SYSTÈME SOLAIRE

BRUNO LECIGNE XAVIER DUJARDIN AFIF KHALED

VÉNUS

LA FOURNAISE ACIDE

Glénat | Observatoire de Paris | PSL

SYSTÈME SOLAIRE

VÉNUS

LA FOURNAISE ACIDE

SCÉNARIO
BRUNO LECIGNE

DESSIN
XAVIER DUJARDIN
AFIF KHALED

COULEUR
FLAVIA DE VITA
(ARANCIA STUDIO)

Glénat | Observatoire de Paris | PSL

PRÉFACE

Déserts brûlants criblés de cicatrices d'impacts de météorites, volcans de glace ou de composés soufrés, océans cachés sous d'épaisses banquises, anticyclones plus grands que la Terre… Les huit planètes du Système solaire et leurs lunes présentent une fascinante diversité. Partez à leur découverte avec les chercheurs de l'Observatoire de Paris – PSL, les meilleurs guides qui soient puisque cela fait plus de 350 ans que l'Observatoire, désormais implanté sur trois sites – Paris, Meudon et Nançay – étudie le Soleil et le Système solaire.

À Paris, le premier directeur de l'Observatoire, Jean-Dominique Cassini, a ainsi découvert quatre satellites de Saturne et, dans l'anneau qui entoure la planète, une division qui porte maintenant son nom. En 1846, Urbain Le Verrier a découvert la planète Neptune. Et c'est la grande lunette de Meudon qui, au début du XX^e^ siècle, a permis de réfuter l'hypothèse des canaux martiens.

Au XXI^e^ siècle, l'exploration spatiale prend le relais : l'Observatoire de Paris – PSL invente des instruments pour les grandes missions spatiales de la NASA, comme le rover martien Perseverance, mais aussi de l'ESA, avec JUICE qui est en route vers Jupiter depuis avril 2023. Une exploration spatiale qui nous a appris que, dans le Système solaire, notre Terre est la seule planète, habitable pour les humains : ce minuscule point bleu qu'est notre planète vue depuis les sondes spatiales qui explorent les confins du système solaire, est vraiment unique.

Bon voyage donc, en compagnie de nos chercheurs. Il seront vos guides au long des visites de ces mondes extraordinaires, organisées par Bruno Lecigne et mises en images par les talentueux dessinateurs des albums de la collection *Système solaire* !

Fabienne Casoli
Présidente de l'Observatoire de Paris – PSL

L'éditeur tient à remercier les astrophysiciens et astrophysicienne
à l'Observatoire de Paris – Université Paris Sciences et Lettres pour leur participation :
Bruno BÉZARD, Nicolas BIVER, Xavier BONNIN, Alain DORESSOUNDIRAM,
Laurent LAMY, Milan MAKSIMOVIC, Sandrine VINATIER et Philippe ZARKA.

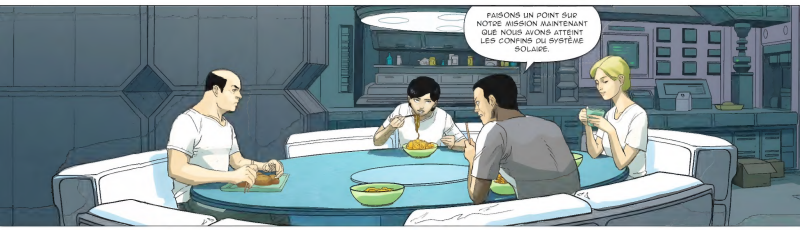
Lettrage : Fanny HURTREL
Concept général : Christian BLONDEL

Malgré nos démarches diligentes, suivies et sérieuses, certains titulaires de droit sur l'iconographie contenue dans le présent ouvrage n'ont pas pu être contactés. Ainsi, tout titulaire de droits identifiant une de ses œuvres au sein du présent ouvrage est cordialement invité à prendre contact avec l'Éditeur aux coordonnées susmentionnées.

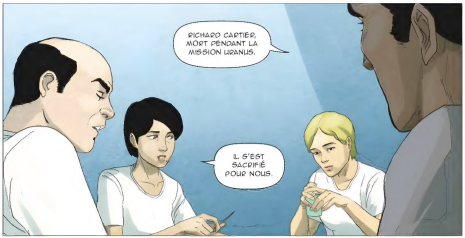
© 2025 éditions Glénat – Couvent Sainte-Cécile – 37 rue Servan – 38000 Grenoble. contact@glenat.com
Tous droits réservés pour tous pays. Dépôt légal : octobre 2025. ISBN : 978-2-344-06813-2 / 001
Achevé d'imprimer en France en septembre 2025 par Pollina,
sur papier provenant de forêts gérées de manière durable.

PPPP 00-40-0000 / Certifié PPPP / pefc-france.org

L'AMERIGO, LE VAISSEAU DE L'EXTRATERRESTRE CLARKE VENU D'UNE LOINTAINE GALAXIE, STATIONNE NON LOIN DE LA PLANÈTE NEPTUNE, AVANT DE REMETTRE LE CAP VERS L'INTÉRIEUR DU SYSTÈME SOLAIRE.


FAISONS UN POINT SUR NOTRE MISSION MAINTENANT QUE NOUS AVONS ATTEINT LES CONFINS DU SYSTÈME SOLAIRE.

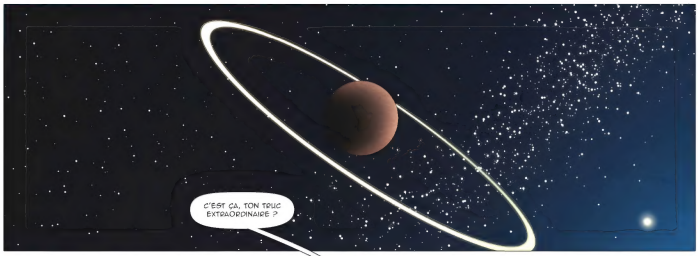
NOUS AVONS, HÉLAS, À DÉPLORER UNE VICTIME...


RICHARD CARTIER, MORT PENDANT LA MISSION URANUS.
IL S'EST SACRIFIÉ POUR NOUS.

POURQUOI ON NE REPART PAS ? IL Y A UN PROBLÈME ?

ON NE DEVAIT PAS REPRENDRE LE VOYAGE VERS VÉNUS ? IL Y A QUELQUE CHOSE QUI BLOQUE ?
NON, TOUT VA BIEN, C'EST MOI QUI AI DEMANDÉ À CLARKE DE FAIRE UNE DERNIÈRE OBSERVATION..
VOUS ALLEZ VOIR, C'EST EXTRAORDINAIRE.
CELA HÉRITE QUE NOUS EXPLORIONS DAVANTAGE CETTE RÉGION ENCORE TRÈS MAL CONNUE DU SYSTÈME SOLAIRE.
NOUS VOGUONS MAINTENANT TRÈS LOIN DE NEPTUNE..
BONJOUR, CLARKE. MERCI D'AVOIR CONDUIT LE VAISSEAU AUSSI LOIN.

PUISQUE TOUT LE MONDE EST LÀ, NOUS NOUS DIRIGEONS MAINTENANT VERS L'OBJET QUE TU AS INDIQUÉ, TEDDIEN ANDREW-MURRAY.


C'EST ÇA, TON TRUC EXTRAORDINAIRE ?

UNE PIERRE PONCE GÉANTE ?
QUAOAR AVEC SON ANNEAU...

QU'EST-CE QUE C'EST QUE CET OISEAU ?
JE N'AI PAS DIT CASOAR, MAIS QUAOAR...

Anneau de Quaoar
Limite de Roche de Quaoar
... UNE PLANÈTE NAINE QUI PRÉSENTE UNE CARACTÉRISTIQUE QU'ON CROYAIT... IMPOSSIBLE !

L'OBSERVATOIRE DE PARIS A DÉCOUVERT QUE CETTE PLANÈTE NAINE, SITUÉE AU-DELÀ DE L'ORBITE DE NEPTUNE, EST DOTÉE D'UN ANNEAU.

UN TEL ANNEAU, ON N'AVAIT JAMAIS VU ÇA.

QUAOAR EST SEULEMENT LE QUATRIÈME PETIT CORPS CONNU DU SYSTÈME SOLAIRE À EN POSSÉDER UN.

MAIS LE PLUS ÉTONNANT EST QUE CET ANNEAU SE SITUE TRÈS LOIN DE QUAOAR... À UNE DISTANCE OÙ ON NE S'ATTEND PAS À LE TROUVER !

NOUS AVONS VU LES QUATRE PLANÈTES GÉANTES OU SYSTÈME SOLAIRE QUI SONT ENTOURÉES D'ANNEAUX... LES PLUS CÉLÈBRES ÉTANT CEUX DE SATURNE.

Saturne

Uranus

Jupiter

PENDANT LONGTEMPS, ON A CRU QUE SEULES LES GRANDES PLANÈTES POUVAIENT AVOIR DES ANNEAUX STABLES.

MAIS EN 2013, UNE CAMPAGNE D'OBSERVATION À TOUT CHAMBOULÉ

L'ASTRONOME BRUNO SICARDY, DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS.

LES ASTRONOMES SE SONT INTÉRESSÉS À L'ASTÉROÏDE CHARIKLO QU'ILS SUSPECTAIENT D'ÉJECTER DE LA MATIÈRE À LA FAÇON D'UNE COMÈTE.

MAIS LES OBSERVATIONS ONT RÉVÉLÉ TOUT AUTRE CHOSE...

NOUS AVONS ALORS COMPRIS QUE CHARIKLO ÉTAIT ENTOURÉ D'UN ANNEAU !

CETTE DÉCOUVERTE A OUVERT LE CHAMP DES POSSIBLES : D'AUTRES CORPS OU SYSTÈME SOLAIRE PEUVENT SUSCEPTIBLES D'AVOIR UN ANNEAU.

Chiron

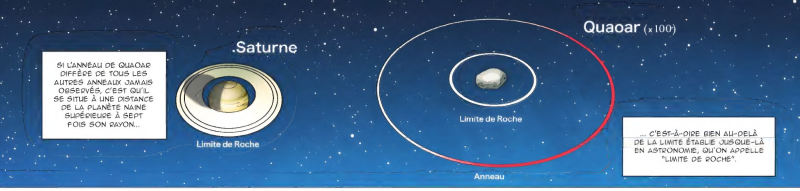
ET EFFECTIVEMENT, DEUX DÉCOUVERTES SIMILAIRES SE SONT SUCCÉDÉ, EN 2015 ET 2017, AVEC CHIRON...

... ET HAUMÉA.

Hauméa

Quaoar

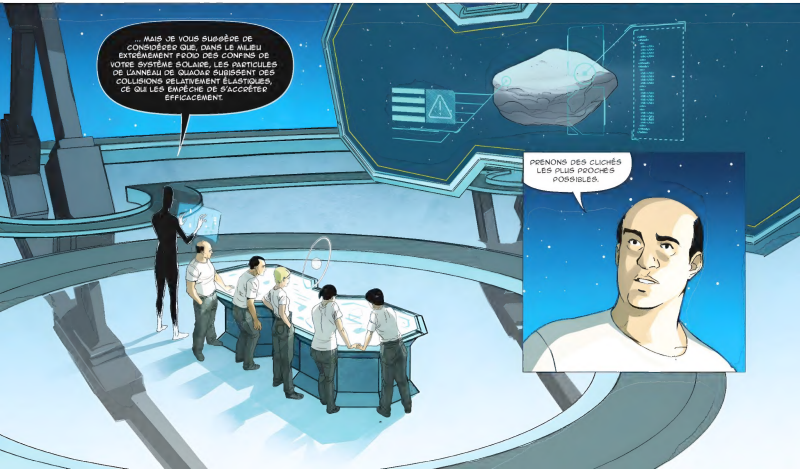
ENFIN, EN 2023, AVEC QUAOAR.

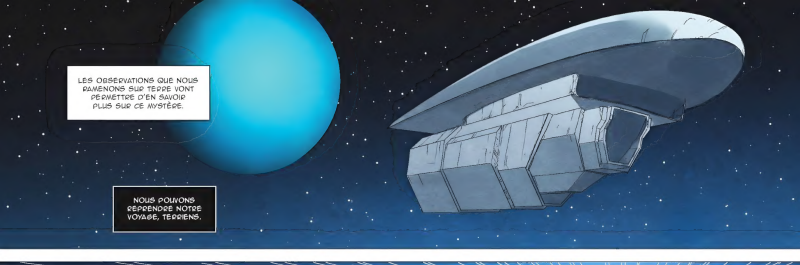

Quaoar (x100)
Saturne
Si l'anneau de Quaoar diffère de tous les autres anneaux jamais observés, c'est qu'il se situe à une distance de la planète naine supérieure à sept fois son rayon...
Limite de Roche
Limite de Roche
Anneau
... c'est-à-dire bien au-delà de la limite établie jusque-là en astronomie, qu'on appelle "limite de Roche".

Un anneau aussi loin de l'influence gravitationnelle de sa planète devrait complètement se disperser, non ?
Plutôt s'agglomérer et former un astéroïde ou un satellite, en fait.

Alors comment on explique l'exception Quaoar ?

Terriens, je suis sûr que vos astronomes sur Terre trouveront la clé du mystère grâce aux données que vous leur rapporterez...


Mais je vous suggère de considérer que, dans le milieu extrêmement froid des confins de votre système solaire, les particules de l'anneau de Quaoar subissent des collisions relativement élastiques, ce qui les empêche de s'accréter efficacement.
Prenons des clichés les plus proches possibles.


LES OBSERVATIONS QUE NOUS RAMENONS SUR TERRE VONT PERMETTRE D'EN SAVOIR PLUS SUR CE MYSTÈRE.
NOUS POUVONS REPRENDRE NOTRE VOYAGE, TERRIENS.

J'ESPÈRE AUSSI QU'ILS EN PROFITERONT POUR CHANGER LE NOM. QUAOAR, C'EST IMPRONONÇABLE, CE TRUC.
D'ACCORD AVEC TOI, FRANCESCA. LE VRAI MYSTÈRE, C'EST CE NOM !

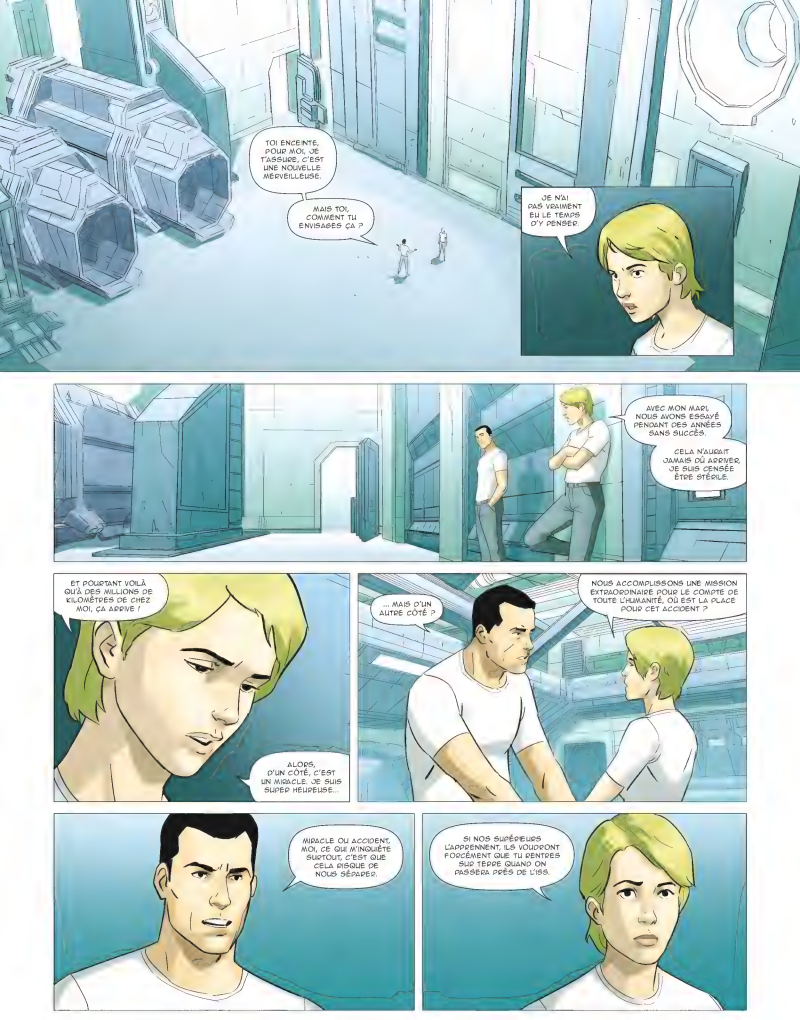
TRÈS DRÔLE, COMMANDANT MAILLARD ! LA PLANÈTE A ÉTÉ DÉCOUVERTE À L'OBSERVATOIRE PALOMAR, DE CALIFORNIE...
SON NOM VIENT DE LA DIVINITÉ KWAOAR, LE DIEU CRÉATEUR D'UN PEUPLE INDIGÈNE DU BASSIN DE LOS ANGELES, LES TONGVA.
AH, D'ACCORD. EUH... DÉSOLÉ !

ANDREW, PUISQUE NOUS NOUS RAPPROCHONS DE LA TERRE, NOUS ALLONS POUVOIR ENFIN PARLER À NOUVEAU AVEC NOS ENFANTS !

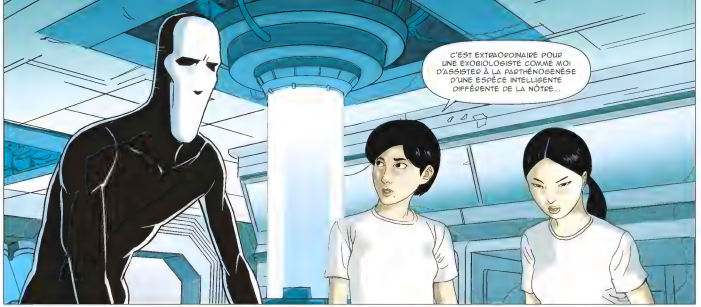
MOI, JE CROIS QUE JE VAIS AVOIR DES CHOSES À DIRE À MON MARI...

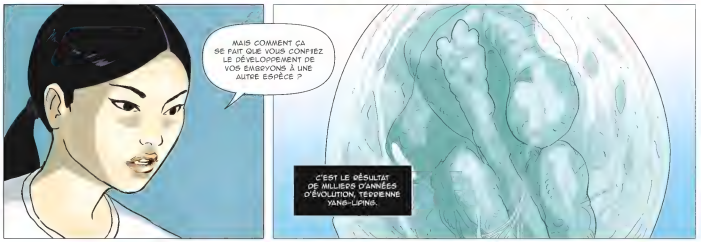
ET TU VAS LUI DIRE QUOI, À TON MARI ?
LA VÉRITÉ, FORCÉMENT. TU VOIS UNE AUTRE OPTION ?

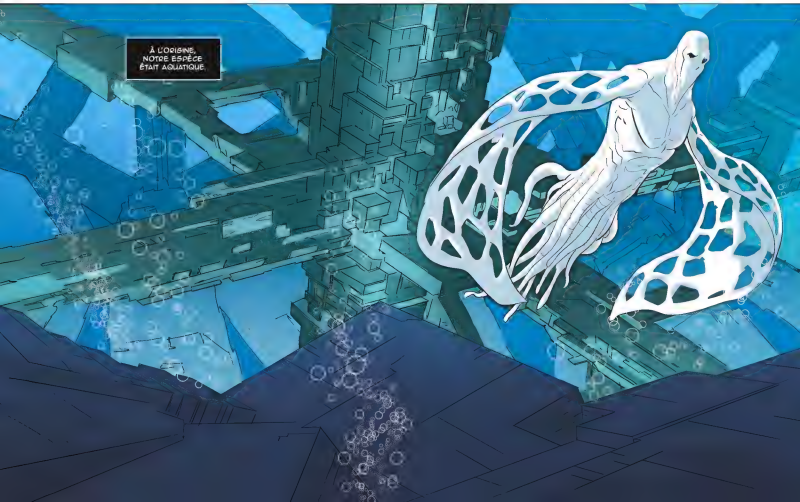
JE NE SAIS PAS... TU DEVRAIS PEUT-ÊTRE ATTENDRE UN PEU...

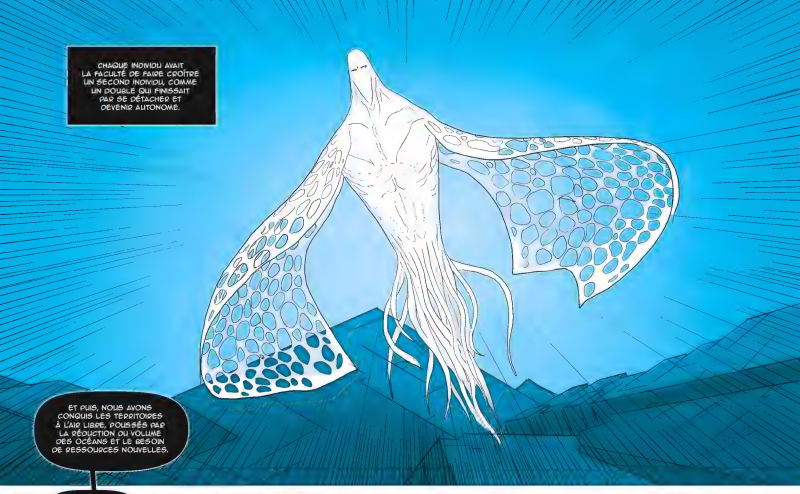

TOI ENCEINTE, POUR MOI, JE T'ASSURE, C'EST UNE NOUVELLE MERVEILLEUSE.
MAIS TOI, COMMENT TU ENVISAGES ÇA ?
JE N'AI PAS VRAIMENT EU LE TEMPS D'Y PENSER.
AVEC MON MARI NOUS AVONS ESSAYÉ PENDANT DES ANNÉES SANS SUCCÈS.
CELA N'AURAIT JAMAIS DÛ ARRIVER, JE SUIS CENSÉE ÊTRE STÉRILE.
ET POURTANT VOILÀ QUÀ DES MILLIONS DE KILOMÈTRES DE CHEZ MOI, ÇA ARRIVE !
ALORS, D'UN COUP, C'EST UN MIRACLE. JE SUIS SUPER HEUREUSE...
... MAIS D'UN AUTRE CÔTÉ ?
NOUS ACCOMPLISSONS UNE MISSION EXTRAORDINAIRE POUR LE COMPTE DE TOUTE L'HUMANITÉ. OÙ EST LA PLACE POUR CET ACCIDENT ?
MIRACLE OU ACCIDENT, MOI, CE QUI M'INQUIÈTE SURTOUT, C'EST QUE CELA RISQUE DE NOUS SÉPARER.
SI NOS SUPÉRIEURS L'APPRENNENT, ILS VOUDRONT FORCÉMENT QUE TU RENTRES SUR TERRE QUAND ON PASSERA PRÈS DE L'ISS.

AU MÊME MOMENT, DANS LE VAISSEAU...
NE VOUS APPROCHEZ PAS TROP PRÈS.
POURQUOI ? ON RISQUE DE PERTURBER LEUR CYCLE ?
S'ILS DÉTECTENT UNE PRÉSENCE INCONNUE OU UN DANGER, ILS ÉMETTENT DES GAZ TOXIQUES.
LAISSEZ-LES S'HABITUER PROGRESSIVEMENT À LA PRÉSENCE D'UNE AUTRE ESPÈCE. ET TOUT IRA BIEN.
IL Y A UN CHANGEMENT. ON DIRAIT QUE LES CŒURS DEVIENNENT TRANSPARENTS...
OUI, TERRIENNE JENNA-KHONSSIT, C'EST PARCE QUE LES EMBRYONS SE NOURRISSENT DU LIQUIDE NOURRICIER QUI PERMET LEUR CROISSANCE ACCÉLÉRÉE.
LES COCONS QUI LES ENVELOPPENT APPARTIENNENT À UNE AUTRE ESPÈCE.

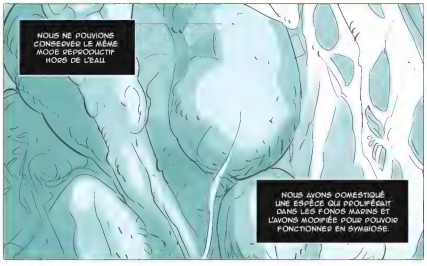

C'EST EXTRAORDINAIRE POUR UNE EXOBIOLOGISTE COMME MOI D'ASSISTER À LA PARTHÉNOGENÈSE D'UNE ESPÈCE INTELLIGENTE DIFFÉRENTE DE LA NÔTRE...


MAIS COMMENT ÇA SE FAIT QUE VOUS CONFIEZ LE DÉVELOPPEMENT DE VOS EMBRYONS À UNE AUTRE ESPÈCE ?
C'EST LE RÉSULTAT DE MILLIERS D'ANNÉES D'ÉVOLUTION, TERRIENNE YANG-LIPING.


À L'ORIGINE, NOTRE ESPÈCE ÉTAIT AQUATIQUE.


CHAQUE INDIVIDU AVAIT LA FACULTÉ DE FAIRE CROÎTRE UN SECOND INDIVIDU, COMME UN DOUBLE QUI FINISSAIT PAR SE DÉTACHER ET DEVENIR AUTONOME.
ET PUIS, NOUS AVONS CONQUIS LES TERRITOIRES À L'AIR LIBRE, POUSSÉS PAR LA RÉDUCTION DU VOLUME DES OCÉANS ET LE BESOIN DE RESSOURCES NOUVELLES.

UN CHANGEMENT SANS RETOUR POSSIBLE.


NOUS NE POUVIONS CONSERVER LE MÊME MODE REPRODUCTIF HORS DE L'EAU.
NOUS AVONS DOMESTIQUÉ UNE ESPÈCE QUI PROLIFÉRAIT DANS LES FONDS MARINS ET L'AVONS MODIFIÉE POUR POUVOIR FONCTIONNER EN SYMBIOSE.

EN FAIT, VOUS AVEZ FORCÉ LA MAIN À L'ÉVOLUTION.

EN QUELQUE SORTE, TERRIENNE JENNA-KHONSSIT.
NE PENSEZ-VOUS PAS LA MÊME CHOSE SI VOTRE SURVIE EN DÉPENDAIT ?

MOI, JE TROUVE ÇA FORMIDABLE, FRANCESCA !

ÇA NE M'ÉTONNE PAS QUE TU DISES ÇA, JENNA, MAIS POUR MOI, ÇA RESSEMBLE PLUTÔT À UN ACCIDENT DE PARCOURS...
LA MISSION...

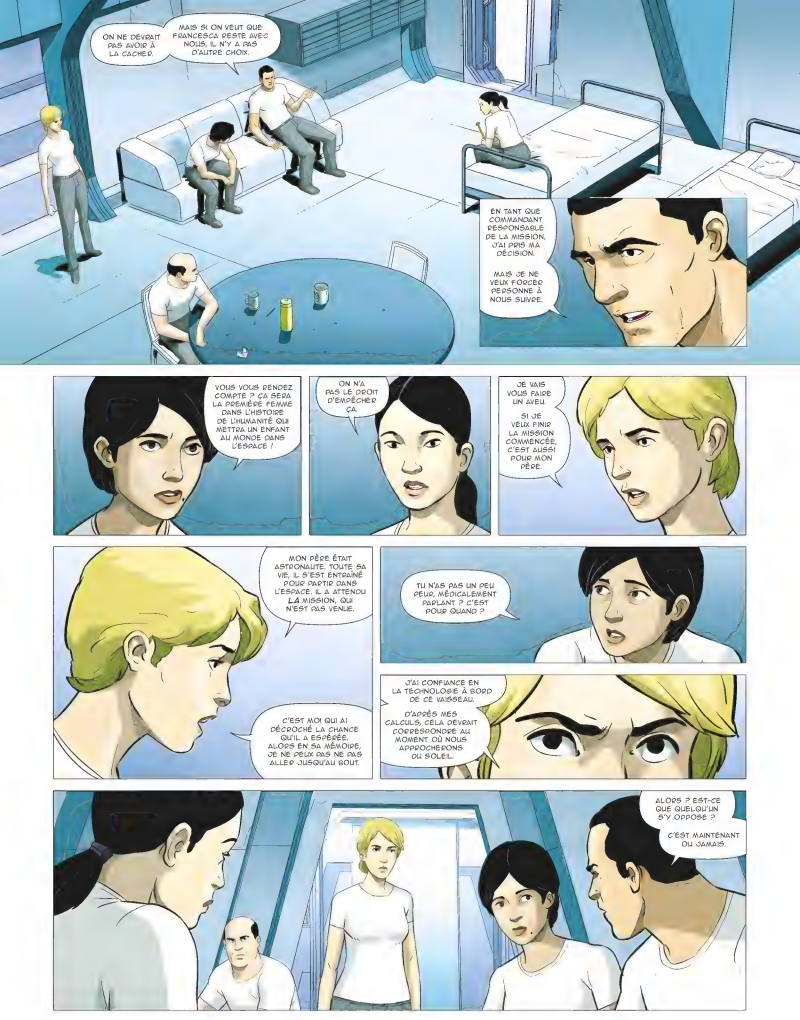
NE NOUS CASSE PAS LES PIEDS AVEC LA MISSION, ANDREW !
C'EST FORMIDABLE, PARCE QUE C'EST QUELQUE CHOSE QUI N'AURAIT JAMAIS DÛ ARRIVER ET QUI NE SERAIT JAMAIS ARRIVÉ SI FRANCESCA ÉTAIT RESTÉE SUR TERRE.
NE SOIS PAS DÉSAGRÉABLE, ANDREW, SINON JE SENS QU'IL VA Y AVOIR UN AUTRE ACCIDENT DE PARCOURS, LÀ, DANS CETTE PIÈCE !

MAIS ENFIN, ALEX, DIS-MOI, EN TANT QUE COMMANDANT, QU'EST-CE QUE TU VAS DÉCIDER ?
IL FAUT PRÉVENIR LA TERRE AU PLUS VITE POUR QU'ON EMBARQUE UNE AUTRE GÉOLOGUE ET CHIMISTE AVANT D'ALLER SUR VÉNUS, NON ?

PARCE QUE D'APRÈS TOI, JE NE SUIS PLUS CAPABLE DE FAIRE MON JOB ?

CE N'EST PAS ÇA, MAIS UNE GROSSESSE DANS L'ESPACE, COMME ÇA, LOIN DE TOUT... SANS COMPTER L'ACCOUCHEMENT...
JE REFUSE DE RENTRER SUR TERRE. JE CONTINUE AVEC VOUS.

TU NOUS DEMANDES DE CACHER TA GROSSESSE À NOS SUPÉRIEURS ?


ON NE DEVRAIT PAS AVOIR À LA CACHER.
MAIS SI ON VEUT QUE FRANCESCA RESTE AVEC NOUS, IL N'Y A PAS D'AUTRE CHOIX.
EN TANT QUE COMMANDANT RESPONSABLE DE LA MISSION, J'AI PRIS MA DÉCISION.
MAIS JE NE VEUX FORCER PERSONNE À NOUS SUIVRE.
VOUS VOUS RENDEZ COMPTE ? ÇA SERA LA PREMIÈRE FEMME DANS L'HISTOIRE DE L'HUMANITÉ QUI METTRA UN ENFANT AU MONDE DANS L'ESPACE !
ON N'A PAS LE DROIT D'EMPÊCHER ÇA.
JE VAIS VOUS FAIRE UN AVEU.
SI JE VEUX FINIR LA MISSION COMMENCÉE, C'EST AUSSI POUR MON PÈRE.
MON PÈRE ÉTAIT ASTRONAUTE. TOUTE SA VIE, IL S'EST ENTRAÎNÉ POUR PARTIR DANS L'ESPACE. IL A ATTENDU LA MISSION, QUI N'EST PAS VENUE.
C'EST MOI QUI AI DÉCROCHÉ LA CHANCE QU'IL A ESPÉRÉE. ALORS EN SA MÉMOIRE, JE NE VEUX PAS NE PAS ALLER JUSQU'AU BOUT.
TU N'AS PAS UN PEU PEUR, MÉDICALEMENT PARLANT ? C'EST POUR QUAND ?
J'AI CONFIANCE EN LA TECHNOLOGIE À BORD DE CE VAISSEAU.
D'APRÈS MES CALCULS, CELA DEVRAIT CORRESPONDRE AU MOMENT OÙ NOUS APPROCHERONS DU SOLEIL.
ALORS ? EST-CE QUE QUELQU'UN S'Y OPPOSE ?
C'EST MAINTENANT OU JAMAIS.

L'AMERISO POURSUIT SA COURSE...

CERTAINS TRAVAILLENT EN ANALYSANT LES ÉCHANTILLONS RECUEILLIS...

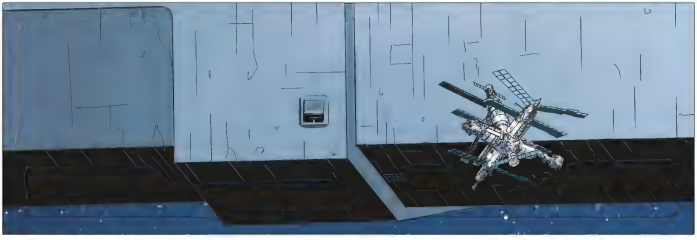
ÇA COMMENCE À SE VOIR, NON ?

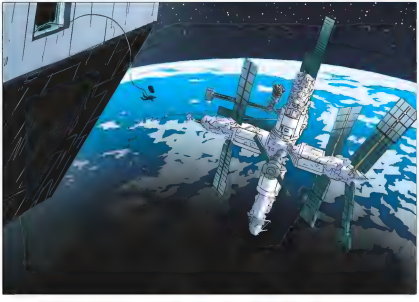
HUM... JE NE SAIS PAS... PEUT-ÊTRE UN PEU

D'AUTRES SURVEILLENT LA CROISSANCE DE LEUR DESCENDANCE...

L'AMERISO ARRIVE ENFIN EN VUE DE LA STATION SPATIALE INTERNATIONALE...

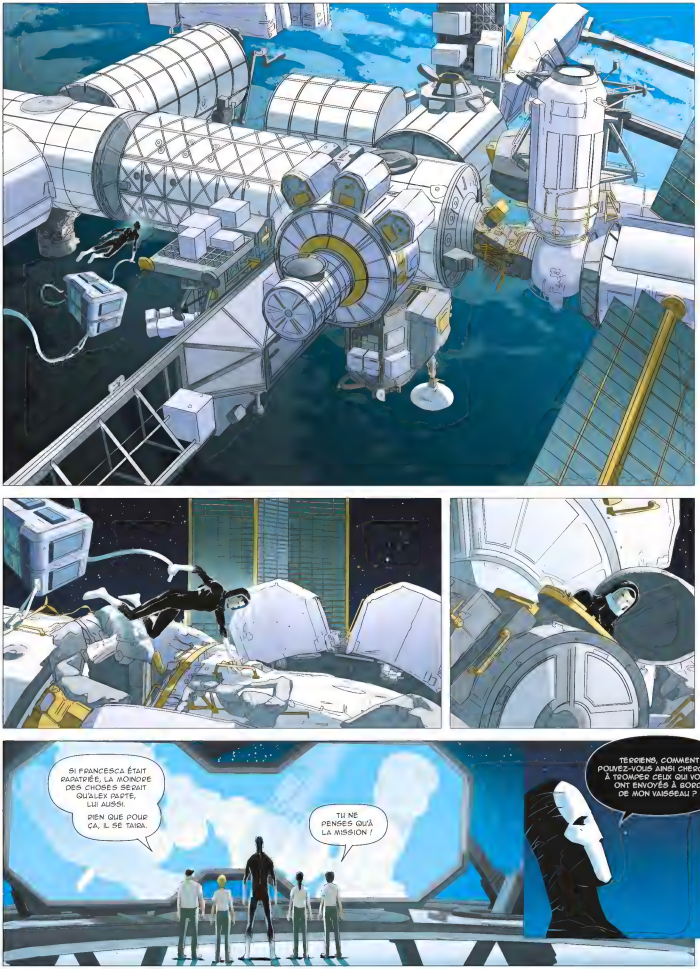
ICI L'AMERIGO À L'ISS. TRANSFERT EN COURS.

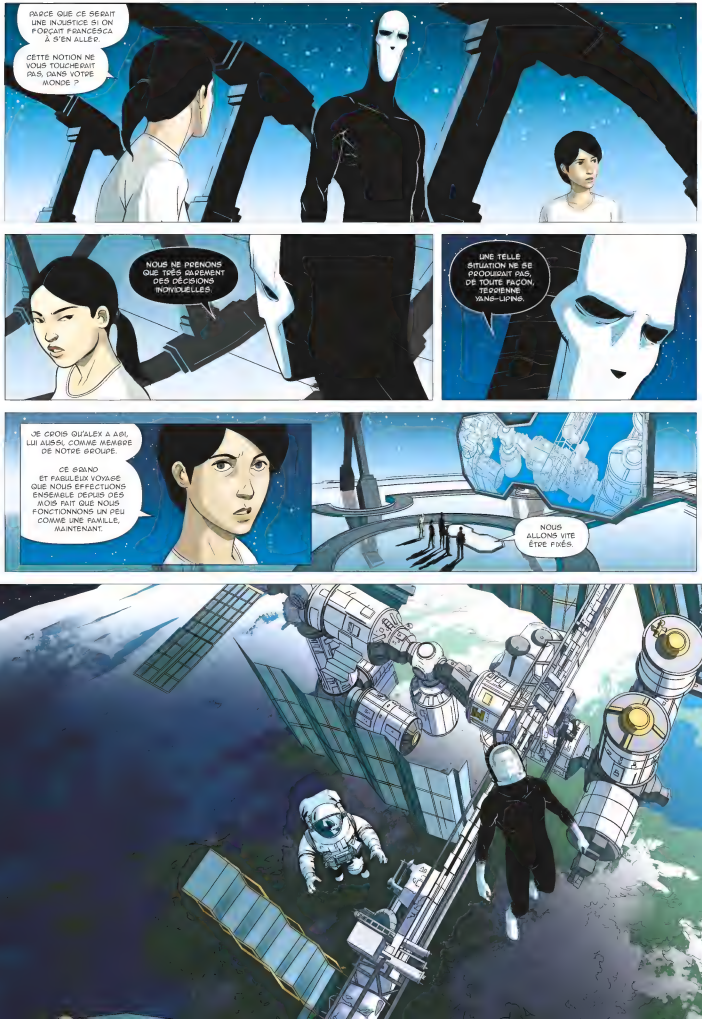


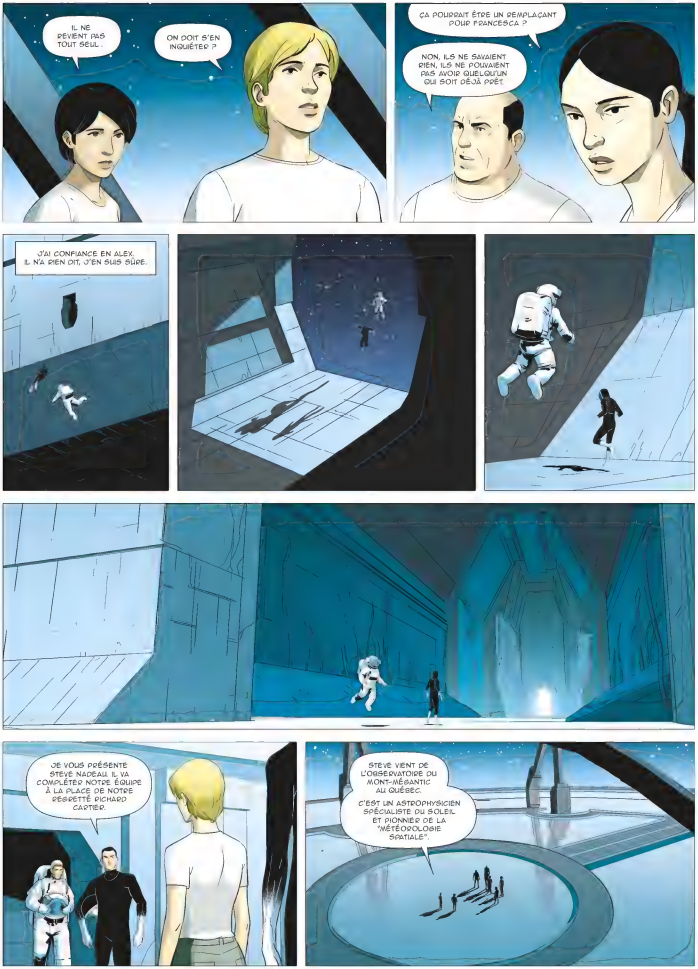


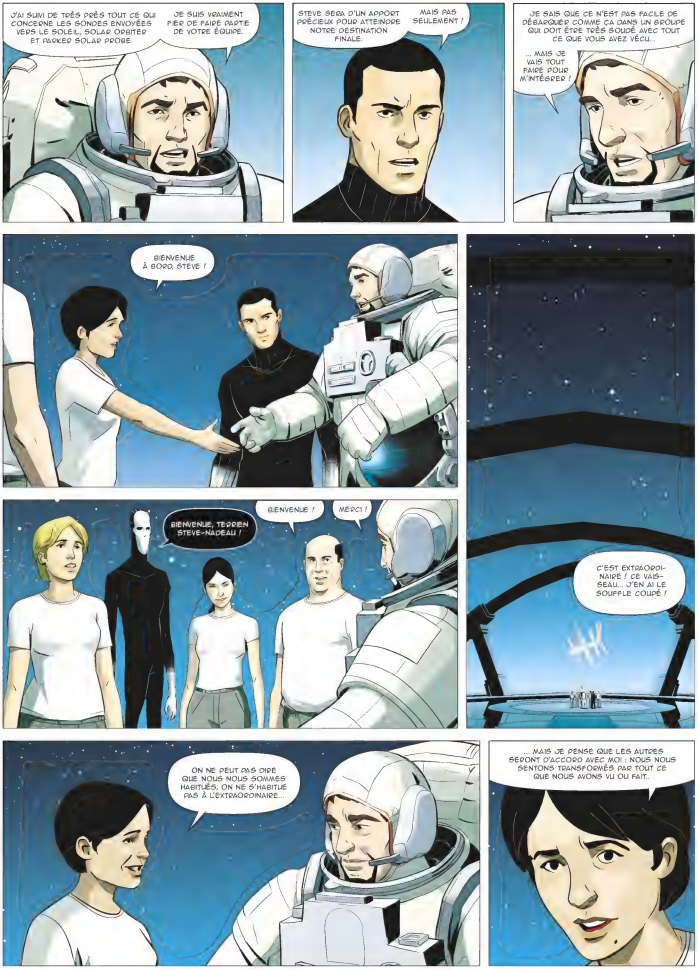
C'EST UN GRAND MOMENT. TOUS NOS RELEVÉS ET NOS PRÉLÈVEMENTS VONT ALIMENTER LES LABORATOIRES DE LA TERRE POUR DES ANNÉES.

VOUS CROYEZ QU'ALEX NE DIRA RIEN ?
LORSQU'IL SERA FACE À SON COMMANDEMENT, QUE SES RESPONSABILITÉS, SON DEVOIR, LUI REVIENDRONT D'UN COUP ?


SI FRANCESCA ÉTAIT PARTAGÉE, LA MOMIE DES CHOSES SERAIT QUALEX PARTE, LUI AUSSI.
RIEN QUE POUR ÇA, IL SE TAIRA.
TU NE PENSES QUÀ LA MISSION !
TERRIENS, COMMENT POUVEZ-VOUS AINSI CHERCHER À TROMPER CEUX QUI VOUS ONT ENVOYÉS À BORD DE MON VAISSEAU ?

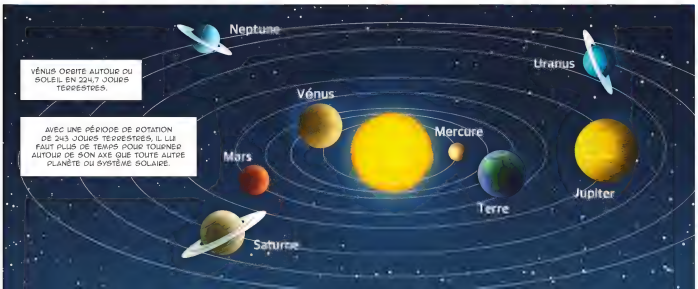

PARCE QUE CE SERAIT UNE INJUSTICE SI ON FORÇAIT FRANCESCA À S'EN ALLER.
CETTE NOTION NE VOUS TOUCHERAIT PAS, DANS VOTRE MONDE ?
NOUS NE PRENONS QUE TRÈS RAREMENT DES DÉCISIONS INDIVIDUELLES.
UNE TELLE SITUATION NE SE PRODUIRAIT PAS. DE TOUTE FAÇON, TEDIENNE YANG-LIPING.
JE CROIS QU'ALEX A AGI, LUI AUSSI, COMME MEMBRE DE NOTRE GROUPE.
CE GRAND ET FABULEUX VOYAGE QUE NOUS EFFECTUONS ENSEMBLE DEPUIS DES MOIS FAIT QUE NOUS FONCTIONNONS UN PEU COMME UNE FAMILLE, MAINTENANT.
NOUS ALLONS VITE ÊTRE FIXÉS.

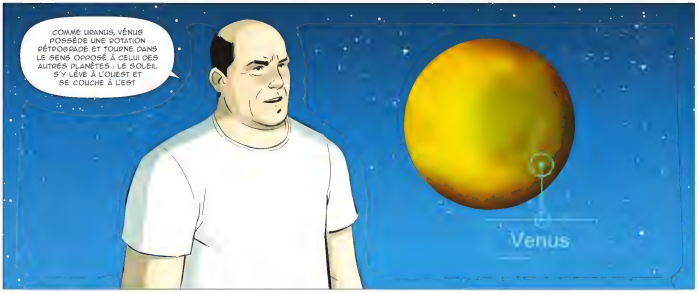

IL NE RÉVÈLE PAS TOUT SEUL.
ON DOIT S'EN INQUIÉTER ?
ÇA POURRAIT ÊTRE UN REMPLAÇANT POUR FRANCESCA ?
NON, ILS NE SAVAIENT RIEN. ILS NE POUVAIENT PAS AVOIR QUELQU'UN QUI SOIT DÉJÀ PRÊT
J'AI CONFIANCE EN ALEX. IL N'A RIEN DIT, J'EN SUIS SÛRE.
JE VOUS PRÉSENTE STEVE NADEAU. IL VA COMPLÉTER NOTRE ÉQUIPE À LA PLACE DE NOTRE REGRETTÉ RICHARD CARTIER.
STEVE VIENT DE L'OBSERVATOIRE DU MONT-MÉGANTIC AU QUÉBEC.
C'EST UN ASTROPHYSICIEN SPÉCIALISTE DU SOLEIL ET PIONNIER DE LA "MÉTÉOROLOGIE SPATIALE".


J'AI SUIVI DE TRÈS PRÈS TOUT CE QUI CONCERNE LES SONDES ENVOYÉES VERS LE SOLEIL, SOLAR ORBITER ET PARKER SOLAR PROBE.
JE SUIS VRAIMENT FIER DE FAIRE PARTIE DE VOTRE ÉQUIPE.
STEVE SERA D'UN APPORT PRÉCIEUX POUR ATTEINDRE NOTRE DESTINATION FINALE.
MAIS PAS SEULEMENT !
JE SAIS QUE CE N'EST PAS FACILE DE DÉBARQUER COMME ÇA DANS UN GROUPE QUI DOIT ÊTRE TRÈS SOUDÉ AVEC TOUT CE QUE VOUS AVEZ VÉCU...
... MAIS JE VAIS TOUT FAIRE POUR M'INTÉGRER !
BIENVENUE À BORD, STEVE !
BIENVENUE, TERRIEN STEVE-NADEAU !
BIENVENUE !
MERCI !
C'EST EXTRAORDINAIRE ! CE VAISSEAU... J'EN AI LE SOUFFLE COUPÉ !
ON NE PEUT PAS DIRE QUE NOUS NOUS SOMMES HABITUÉS, ON NE S'HABITUE PAS À L'EXTRAORDINAIRE...
... MAIS JE PENSE QUE LES AUTRES SERONT D'ACCORD AVEC MOI : NOUS NOUS SENTONS TRANSFORMÉS PAR TOUT CE QUE NOUS AVONS VU OU FAIT.

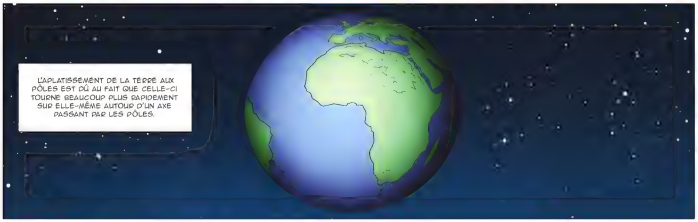
JE NE VOUS APPRENDS PAS GRAND-CHOSE SI JE VOUS DIS QUE VÉNUS EST LA DEUXIÈME PLANÈTE DU SYSTÈME SOLAIRE PAR ORDRE D'ÉLOIGNEMENT AU SOLEIL...

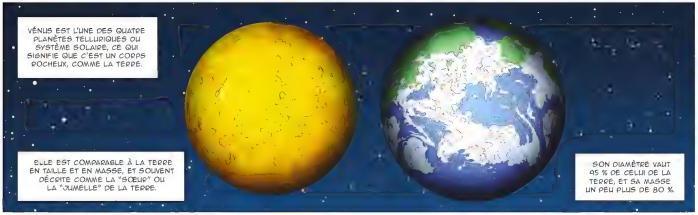
... ET LA SIXIÈME PLUS GROSSE, AUSSI BIEN PAR LA MASSE QUE PAR LE DIAMÈTRE.

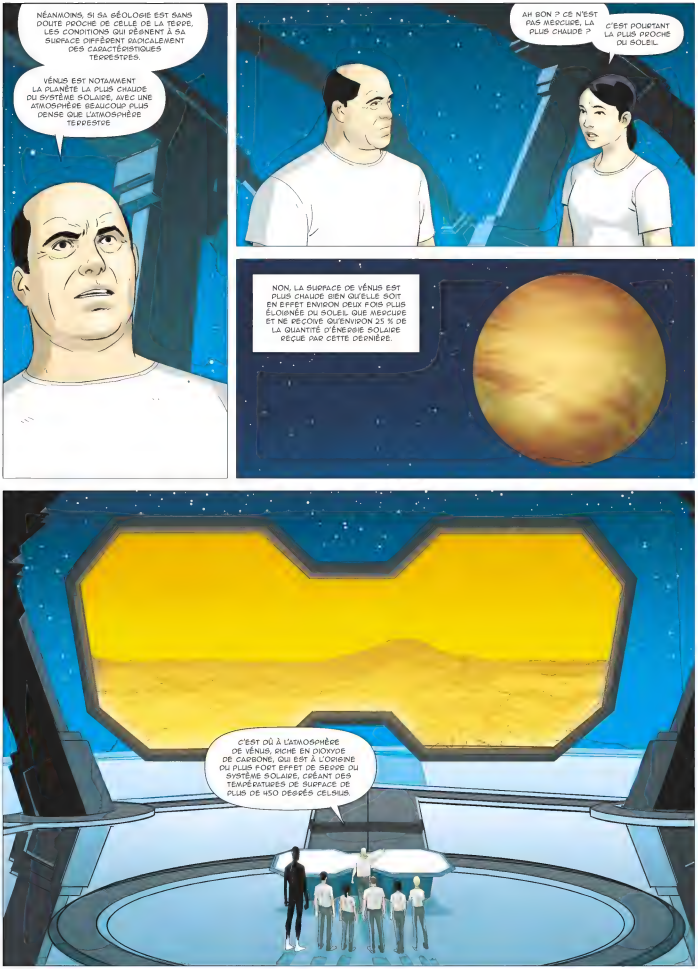



COMME URANUS, VÉNUS POSSÈDE UNE ROTATION RÉTROGRADE ET TOURNE DANS LE SENS OPPOSÉ À CELUI DES AUTRES PLANÈTES : LE SOLEIL S'Y LÈVE À L'OUEST ET SE COUCHE À L'EST.
Venus

C'EST D'AILLEURS LA LENTEUR DE SA ROTATION QUI LUI CONFÈRE SA FORME SPHÉRIQUE PRESQUE PARFAITE, AINSI QUE LA FORCE DE GRAVITÉ ET SA COMPOSITION TRÈS HOMOGÈNE.


L'APLATISSEMENT DE LA TERRE AUX PÔLES EST DÛ AU FAIT QUE CELLE-CI TOURNE BEAUCOUP PLUS RAPIDEMENT SUR ELLE-MÊME AUTOUR D'UN AXE PASSANT PAR LES PÔLES.


VÉNUS EST L'UNE DES QUATRE PLANÈTES TELLURIQUES DU SYSTÈME SOLAIRE, CE QUI SIGNIFIE QUE C'EST UN CORPS ROCHEUX, COMME LA TERRE.
ELLE EST COMPARABLE À LA TERRE EN TAILLE ET EN MASSE, ET SOUVENT DÉCRITE COMME LA "SŒUR" OU LA "JUMELLE" DE LA TERRE.
SON DIAMÈTRE VAUT 95 % DE CELUI DE LA TERRE, ET SA MASSE UN PEU PLUS DE 80 %.


NÉANMOINS, SI SA GÉOLOGIE EST SANS DOUTE PROCHE DE CELLE DE LA TERRE, LES CONDITIONS QUI RÈGNENT À SA SURFACE DIFFÈRENT RADICALEMENT DES CARACTÉRISTIQUES TERRESTRES.
VÉNUS EST NOTAMMENT LA PLANÈTE LA PLUS CHAUDE DU SYSTÈME SOLAIRE, AVEC UNE ATMOSPHÈRE BEAUCOUP PLUS DENSE QUE L'ATMOSPHÈRE TERRESTRE
AH BON ? CE N'EST PAS MERCURE, LA PLUS CHAUDE ?
C'EST POURTANT LA PLUS PROCHE DU SOLEIL.
NON, LA SURFACE DE VÉNUS EST PLUS CHAUDE BIEN QU'ELLE SOIT EN EFFET ENVIRON DEUX FOIS PLUS ÉLOIGNÉE DU SOLEIL QUE MERCURE ET NE REÇOIVE QU'ENVIRON 25 % DE LA QUANTITÉ D'ÉNERGIE SOLAIRE REÇUE PAR CETTE DERNIÈRE.
C'EST DÛ À L'ATMOSPHÈRE DE VÉNUS, RICHE EN DIOXYDE DE CARBONE, QUI EST À L'ORIGINE DU PLUS FORT EFFET DE SERRE DU SYSTÈME SOLAIRE, CRÉANT DES TEMPÉRATURES DE SURFACE DE PLUS DE 450 DEGRÉS CELSIUS.

À l'œil nu, depuis la Terre, Vénus est l'objet naturel le plus brillant du ciel, après le Soleil et la Lune bien sûr.

La planète est même suffisamment brillante pour être vue parfois dans un ciel clair en journée.

Du fait de sa luminosité, elle est le seul objet céleste du ciel nocturne, mis à part la Lune, à pouvoir projeter une ombre sur le sol terrestre.

Est-ce que vous saviez que Vénus dépasse la Terre tous les 584 jours dans son orbite autour du Soleil ?

Cela fait qu'elle passe de "l'étoile du soir", visible après le coucher du Soleil, à "l'étoile du matin", visible avant le lever du Soleil.

... d'où son surnom dans la culture populaire d'"étoile du berger", car elle permettait de guider les bergers de troupeaux pour aller aux pâturages ou en revenir.

Merci, Steve. Je poursuis, si tu veux bien.

Parlons histoire de l'astronomie.

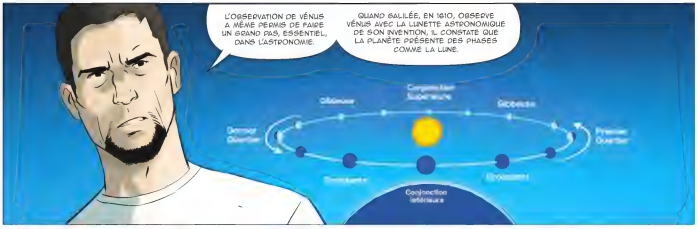
Puisqu'elle est aussi facilement observable, Vénus a attiré l'attention des premiers astronomes.

Et du fait de la particularité signalée par Steve, de nombreuses civilisations ont cru que Vénus correspondait en fait à deux astres différents, l'un apparaissant le matin, et l'autre, le soir.

Pour les anciens Égyptiens, l'étoile du matin était appelée "Tioumoutiri" et l'étoile du soir "Ouaiti".

De même, les Chinois ont historiquement appelé la Vénus du matin "la grande blanche" ou "l'ouvreuse de la luminosité", et la Vénus du soir "l'excellente ouest".

Seuls les Babyloniens semblent avoir compris assez tôt que les "étoiles" du matin et du soir étaient le même objet céleste.


L'OBSERVATION DE VÉNUS A MÊME PERMIS DE FAIRE UN GRAND PAS, ESSENTIEL, DANS L'ASTRONOMIE.
QUAND GALILÉE, EN 1610, OBSERVE VÉNUS AVEC LA LUNETTE ASTRONOMIQUE DE SON INVENTION, IL CONSTATE QUE LA PLANÈTE PRÉSENTE DES PHASES COMME LA LUNE.
Gibbeuse
Conjonction Supérieure
Dernier Quartier
Premier Quartier
Croissant
Croissant
Conjonction Inférieure

PASSANT COMME LA LUNE DE L'APPARENCE D'UN CROISSANT À UNE PHASE PLEINE, GALILÉE S'EST DIT QUE, COMME LA LUNE TOURNAIT AUTOUR DE LA TERRE, VÉNUS NE POUVAIT QUE TOURNER AUTOUR DU SOLEIL.
MERCI, STEVE... ACCÉLÉRONS UN PEU LE DÉROULEMENT DU TEMPS.
D'UNE CERTAINE FAÇON, C'EST L'ACTE DE NAISSANCE DU SYSTÈME SOLAIRE !

VERS 1726, FRANCESCO BIANCHINI PENSE OBSERVER DES TACHES SUR LA SURFACE DE LA PLANÈTE INDIQUANT DES ÉTENDUES SWILABES AUX MERS LUNAIRES.

L'ATMOSPHÈRE DE VÉNUS EST DÉCOUVERTE EN 1761 PAR LE RUSSE MIKHAIL LOMONOSSOV...

... PUIS OBSERVÉE EN 1790 PAR L'ASTRONOME ALLEMAND JOHANN SCHRÖTER QUI PRÉSENTE SON ANALYSE EN 1792.

MAIS FINALEMENT, PEU DE CHOSES ONT ÉTÉ DÉCOUVERTES SUR LA PLANÈTE JUSQU'AU XXe SIÈCLE.
LE DISQUE PRESQUE SANS RELIEF DE VÉNUS NE DONNE GUÈRE D'INDICATION SUR SA SURFACE OU PAIT DE L'ÉPAISSE ATMOSPHÈRE.
MAIS AVEC L'OBSERVATION RADIO DANS LES ANNÉES 1950, L'OBSERVATION SPATIALE DANS LES ANNÉES 1960 ET DANS LES ANNÉES 1970, ET LES OBSERVATIONS RADAR, ON VA EN SAVOIR BEAUCOUP PLUS.
ANDREW, STEVE, MERCI. LE MIEUX SERA D'ALLER VOIR TOUT ÇA DE PLUS PRÈS GRÂCE À LA NAVETTE DU VAISSEAU DE CLARKE !

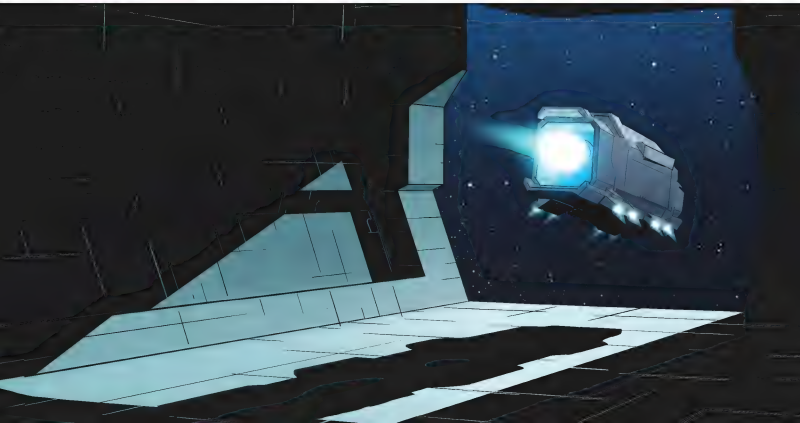
PRENDS UNE BARQUETTE ET VIENS NOUS REJOINDRE, STEVE.
JE TE RASSURE, LE MENU CHANGE TOUS LES JOURS.
MAIS PAS LES BARQUETTES, QUI RESTENT LES MÊMES.
VOUS SAVIEZ QUE CLARKE AVAIT AUSSI UNE MISSION DIPLOMATIQUE UN PEU PARTICULIÈRE À L'ÉGARD DE CLARKE ?
NOUS NOUS EN SOMMES APERÇUS.
EST-CE QUE CLARKE S'EST MONTRÉ RÉCEPTIF À L'IDÉE DE TRANSMETTRE DES ÉLÉMENTS DE LA TECHNOLOGIE DE SA CIVILISATION ?
NON. CLARKE CONSIDÈRE QUE NOUS SOMMES UNE ESPÈCE DANGEREUSE POUR NOTRE PROPRE PLANÈTE ET L'IDÉE QUE PLUS DE MOYENS TECHNOLOGIQUES N'ÉQUIVALENT À PLUS DE CATASTROPHES ENVIRONNEMENTALES...
MAIS CLARKE NE POURRAIT-IL PAS JUSTEMENT NOUS AIDER À SURMONTER CETTE CRISE ?
POSE-LUI LA QUESTION, NOUS NE POUVONS PAS TE RÉPONDRE À SA PLACE.
IL A ENTENDU TA QUESTION, STEVE. IL ENTEND TOUT CE QUI SE DIT DANS SON VAISSEAU.
IL TE RÉPONDRA QUAND IL SERA PRÊT.

DINGUE, CE SCAPHANDRE ! LÉGER, SOUPLE, ON DIRAIT UNE DEUXIÈME PEAU

BON VOYAGE, TERRIENS. LA TERRIENNE YANG-LIPING RESTE AVEC MOI POUR ASSURER LA LIAISON.
TOUJOURS LES MÊMES !

FAUT-IL PRENDRE UNE AUTRE DISPOSITION, TERRIENNE YANG-LIPING ?
MAIS NON. EN FAIT, JE SUIS TRÈS CONTENTE DE RESTER AVEC TOI

CONTENTE ? IL FAUDRA QUE TU M'EXPLIQUES CE QUE CELA VEUT DIRE EXACTEMENT...

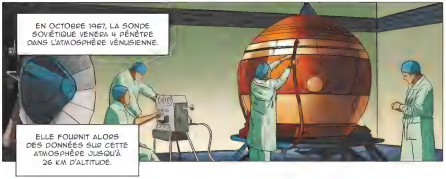


NOUS ALLONS NOUS POSER SUR VÉNUS. OK, MAIS ON POURRA AUSSI FAIRE UNE SORTIE ?
OUI, AVEC CES SCAPHANDRES, MALGRÉ LES CONDITIONS DE TEMPÉRATURE ET DE PRESSION, NOUS POURRONS ÉVOLUER AU SOL...

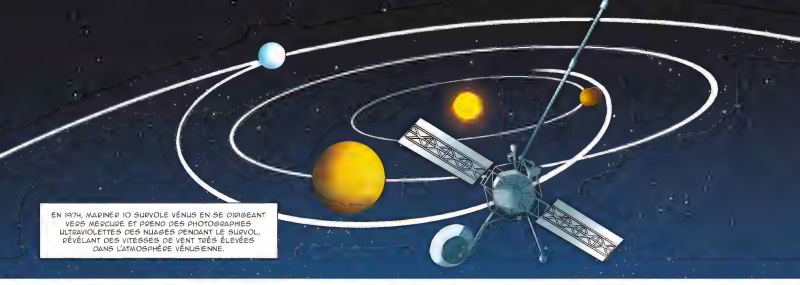
DEPUIS LE TEMPS QUE VÉNUS EST UN OBJECTIF PRIVILÉGIÉ DANS LA CONQUÊTE DE L'ESPACE ! NOUS ALLONS FAIRE DES ENVIEUX.

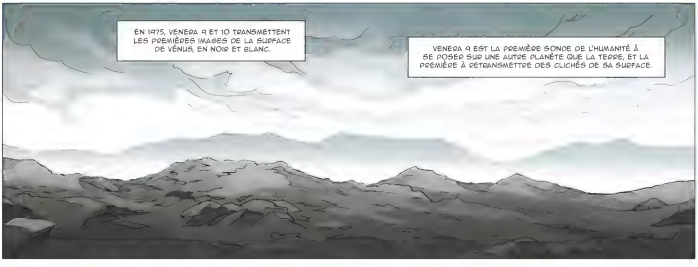
LA PREMIÈRE SONDE SPATIALE VERS VÉNUS COMMENCE AVEC LE PROGRAMME SOVIÉTIQUE VENERA EN 1961.
VENERA, C'EST VÉNUS EN RUSSE.

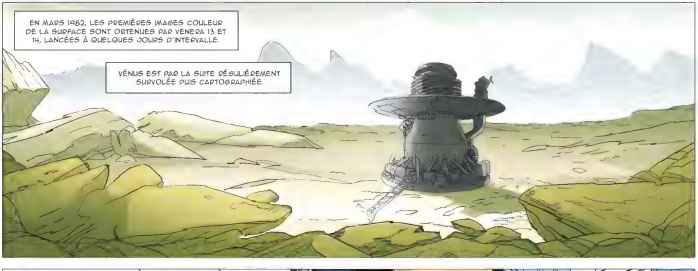
CEPENDANT, CE SONT LES ÉTATS-UNIS QUI CONNAISSENT LE PREMIER SUCCÈS AVEC LA MISSION MARINER 2, LE 14 DÉCEMBRE 1962, QUI DEVIENT LA PREMIÈRE MISSION INTERPLANÉTAIRE RÉUSSIE DE L'HISTOIRE, PASSANT À MOINS DE 35 000 KM AU-DESSUS DE LA SURFACE DE VÉNUS.


EN OCTOBRE 1967, LA SONDE SOVIÉTIQUE VENERA 4 PÉNÈTRE DANS L'ATMOSPHÈRE VÉNUSIENNE.
ELLE FOURNIT ALORS DES DONNÉES SUR CETTE ATMOSPHÈRE JUSQU'À 26 KM D'ALTITUDE.

EN PARALLÈLE, LES AMÉRICAINS LANCENT MARINER 5, DONT LES DONNÉES SERONT ANALYSÉES CONJOINTEMENT AVEC CELLES DE VENERA 4 PAR UNE ÉQUIPE SCIENTIFIQUE SOVIÉTO-AMÉRICAINE, CE QUI CONSTITUE UN PREMIER EXEMPLE DE COOPÉRATION SPATIALE EN PLEINE GUERRE FROIDE.


EN 1974, MARINER 10 SURVOLE VÉNUS EN SE DIRIGEANT VERS MERCURE ET PREND DES PHOTOGRAPHIES ULTRAVIOLETTES DES NUAGES PENDANT LE SURVOL, RÉVÉLANT DES VITESSES DE VENT TRÈS ÉLEVÉES DANS L'ATMOSPHÈRE VÉNUSIENNE.

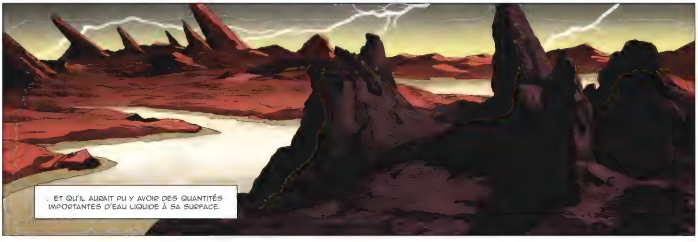

EN 1975, VENERA 9 ET 10 TRANSMETTENT LES PREMIÈRES IMAGES DE LA SURFACE DE VÉNUS, EN NOIR ET BLANC.
VENERA 9 EST LA PREMIÈRE SONDE DE L'HUMANITÉ À SE POSER SUR UNE AUTRE PLANÈTE QUE LA TERRE, ET LA PREMIÈRE À RETRANSMETTRE DES CLICHÉS DE SA SURFACE.


EN MARS 1982, LES PREMIÈRES IMAGES COULEUR DE LA SURFACE SONT OBTENUES PAR VENERA 13 ET 14, LANCÉES À QUELQUES JOURS D'INTERVALLE.
VÉNUS EST PAR LA SUITE RÉGULIÈREMENT SURVOLÉE PUIS CARTOGRAPHIÉE.

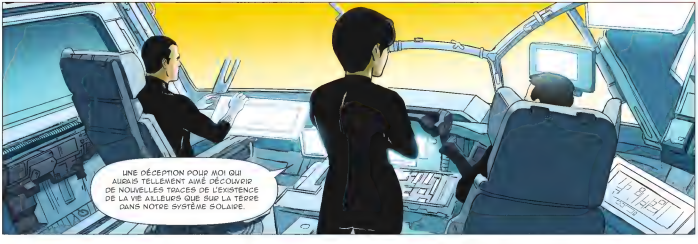
MAIS LA PLUS ORIGINALE DES MISSIONS QUI AIT ÉTÉ IMAGINÉE, ENCORE JAMAIS RÉALISÉE, DATE DE 2014 : LE PROJET "HIGH ALTITUDE VENUS OPERATIONAL CONCEPT" DES CHERCHEURS DE LA NASA, QUI VISE À ÉTABLIR UNE COLONIE HUMAINE INSTALLÉE DANS DES DIRIGEABLES À 50 KM D'ALTITUDE OÙ LES CONDITIONS DE PRESSION ET DE TEMPÉRATURE SONT PROCHES DE CELLE DE LA TERRE !

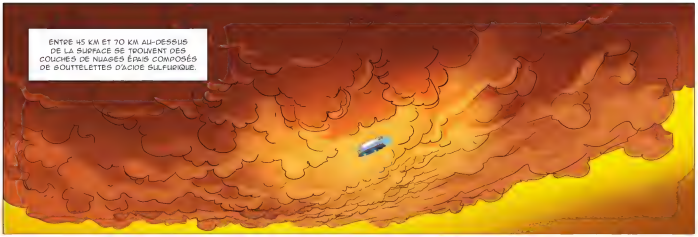
VOUS ENTREZ DANS L'ATMOSPHÈRE DE VÉNUS.
BIEN REÇU, YANS.
ON EN PROFITE POUR RECUEILLIR DES ÉCHANTILLONS.
VÉNUS POSSÈDE UNE ATMOSPHÈRE EXTRÊMEMENT DENSE.
ELLE SE COMPOSE MAJORITAIREMENT DE DIOXYDE DE CARBONE, À 96,5 % ET DE 3,5 % DE DIAZOTE. ELLE CONTIENT D'ÉPAIS NUAGES DE DIOXYDE DE SOUFRE.
NOUS SAVONS DÉJÀ TOUT ÇA, MAIS NOUS ALLONS POUVOIR MESURER PRÉCISÉMENT LES ABONDANCES DE PLUSIEURS GAZ RICHES D'INFORMATIONS SUR LE PASSÉ ET L'ÉVOLUTION DE VÉNUS.
LA MASSE DE L'ATMOSPHÈRE VÉNUSIENNE EST 93 FOIS SUPÉRIEURE À CELLE DE LA TERRE, TANDIS QUE LA PRESSION À SA SURFACE EST ENVIRON 92 FOIS SUPÉRIEURE À CELLE DE LA TERRE, SOIT UNE PRESSION ÉQUIVALENTE À CELLE PRÉSENTE SUR TERRE À UNE PROFONDEUR DE PRÈS DE 900 MÈTRES SOUS LA SURFACE DE LA MER.
VÉRIFIEZ BIEN VOS SCAPHANDRES AVANT DE DESCENDRE.
VÉRIFIER... ? MAIS COMMENT ?

VOUS SAVEZ, DES ÉTUDES PUBLIÉES DANS LES ANNÉES 2000 SUGGÈRENT QUE L'ATMOSPHÈRE DE VÉNUS AURAIT PU RESSEMBLER À CELLE ENTOURANT LA TERRE...


... ET QU'IL AURAIT PU Y AVOIR DES QUANTITÉS IMPORTANTES D'EAU LIQUIDE À SA SURFACE.

MAIS APRÈS UNE PÉRIODE POUVANT S'ÉTENDRE DE 600 MILLIONS À PLUSIEURS MILLIARDS D'ANNÉES, UN EFFET DE SERRE A CONDUIT À L'ÉVAPORATION DE CETTE EAU ORIGINELLEMENT PRÉSENTE QUI N'EST ALORS EN GRANDE PARTIE ÉCHAPPÉE DANS L'ATMOSPHÈRE.
yons du soleil
Couche nuageuse
chaleur de surface
460 C

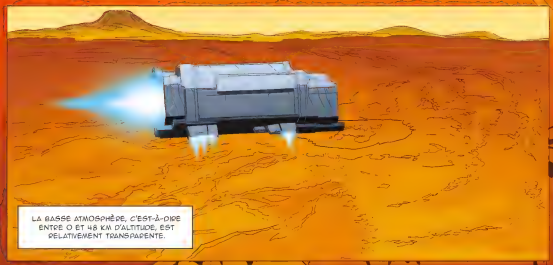

UNE DÉCEPTION POUR MOI QUI AURAIS TELLEMENT AIMÉ DÉCOUVRIR DE NOUVELLES TRACES DE L'EXISTENCE DE LA VIE AILLEURS QUE SUR LA TERRE DANS NOTRE SYSTÈME SOLAIRE.


ENTRE 45 KM ET 70 KM AU-DESSUS DE LA SURFACE SE TROUVENT DES COUCHES DE NUAGES ÉPAIS COMPOSÉS DE GOUTTELETTES D'ACIDE SULFURIQUE.

CE SONT CES NUAGES RÉFLÉCHISSANT ENVIRON 90 % DE LA LUMIÈRE SOLAIRE VERS L'ESPACE QUI ONT EMPÊCHÉ L'OBSERVATION DE LA SURFACE DE VÉNUS.

BIEN QUE VÉNUS SOIT PLUS PROCHE DU SOLEIL QUE LA TERRE, ELLE REÇOIT MOINS DE LUMIÈRE SOLAIRE AU SOL, CAR SEULEMENT 5 % DES RAYONS Y PARVIENNENT À CAUSE DE CETTE COUCHE NUAGEUSE.

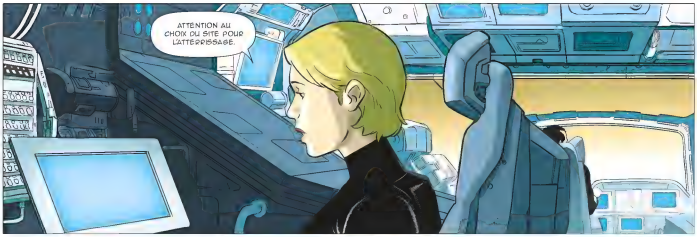
QUAND ON VOIT VÉNUS, ON SE DIT QU'IL SUFFIT D'UN RIEN POUR QU'UNE PLANÈTE HABITABLE SE TRANSFORME EN ENFER !
TU AS RAISON ! VÉNUS, C'EST UN MONSTRE CLIMATIQUE.
NON SEULEMENT IL FAIT PLUS DE 450 DEGRÉS CELSIUS À LA SURFACE, MAIS AU SOMMET DES NUAGES, À 60 KM D'ALTITUDE, DES VENTS VIOLENTS SOUFFLENT À PLUS DE 300 KM/H, SOIT SOIXANTE FOIS LA VITESSE DE ROTATION DE LA PLANÈTE !
À CE NIVEAU, L'ATMOSPHÈRE EST DITE EN SUPERROTATION !
SUR TERRE, LES VENTS LES PLUS RAPIDES N'ONT QU'UNE VITESSE DE 10 À 20 % DE LA VITESSE DE ROTATION TERRESTRE.
YANIS, TU ME REÇOIS ? NOUS SURVOLONS LA SURFACE.
NOUS ALLONS CHERCHER UN SITE POUR L'ATTERRISSAGE.

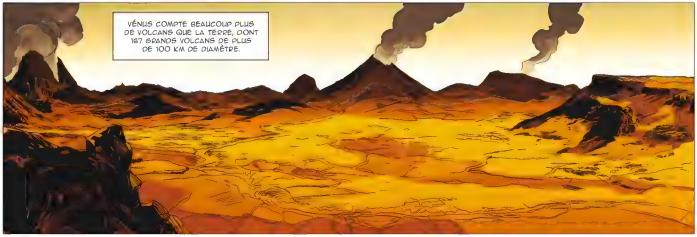


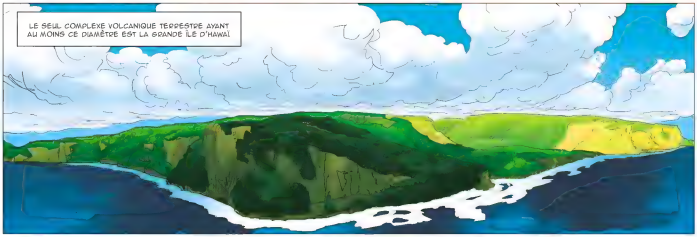
C'EST UN PAYSAGE DÉSERTIQUE, SEC ET ROCHEUX, AVEC PEU DE RELIEFS ÉLEVÉS.

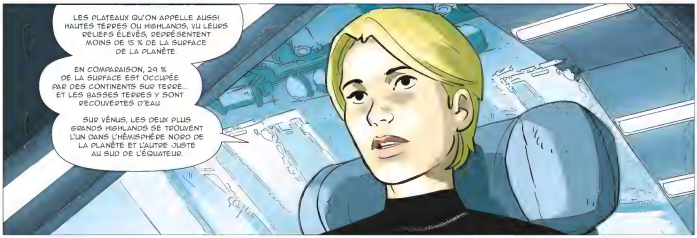
VÉNUS CONSISTE À 70 % EN DE VASTES PLAINES GÉOLOGIQUEMENT TRÈS JEUNES : ENVIRON 300 À 600 MILLIONS D'ANNÉES.

CE QUI NOUS PERMET DE VOIR LA SURFACE COMME JAMAIS DEPUIS LES PREMIÈRES PHOTOS PRISES PAR LES SOVIÉTIQUES.
LES ASTÉROIDES LES PLUS PETITS SONT DÉSINTÉGRÉS AVANT D'ATTEINDRE LE SOL


ATTENTION AU CHOIX DU SITE POUR L'ATTERRISSAGE.


VÉNUS COMPTE BEAUCOUP PLUS DE VOLCANS QUE LA TERRE, DONT 167 GRANDS VOLCANS DE PLUS DE 100 KM DE DIAMÈTRE.

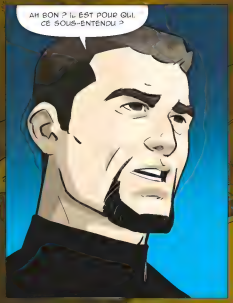

LE SEUL COMPLEXE VOLCANIQUE TERRESTRE AYANT AU MOINS CE DIAMÈTRE EST LA GRANDE ÎLE D'HAWAÏ.


LES PLATEAUX QU'ON APPELLE AUSSI HAUTES TERRES OU HIGHLANDS, VU LEURS RELIEFS ÉLEVÉS, REPRÉSENTENT MOINS DE 15 % DE LA SURFACE DE LA PLANÈTE.
EN COMPARAISON, 29 % DE LA SURFACE EST OCCUPÉE PAR DES CONTINENTS SUR TERRE... ET LES BASSES TERRES Y SONT RECOUVERTES D'EAU.
SUR VÉNUS, LES DEUX PLUS GRANDS HIGHLANDS SE TROUVENT L'UN DANS L'HÉMISPHÈRE NORD DE LA PLANÈTE ET L'AUTRE JUSTE AU SUD DE L'ÉQUATEUR.

ON VA ESSAYER DE TROUVER UN SITE POUR SE POSER.

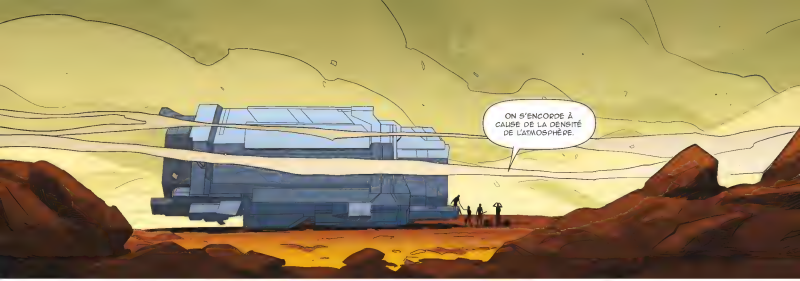
CE QUI SERAIT TOR ALEX, CE SERAIT LE CONTINENT NORD, PRÈS DES RÉGIONS POLAIRES.
ON L'APPELLE ISHTAR TERRA.

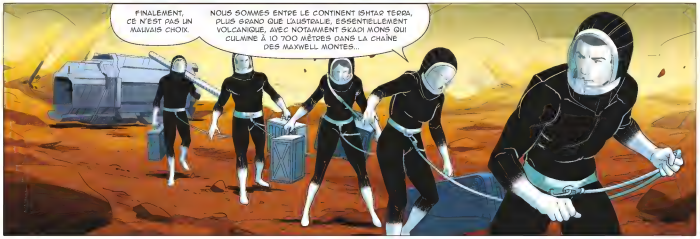
... D'APRÈS ISHTAR, LA DÉESSE BABYLONIENNE DE L'AMOUR !
IL Y A UN MESSAGE, FRANCESCA ?


AH BON ? IL EST POUR QUI, CE SOUS-ENTENDU ?

IDIOT !

PERSONNE, STEVE, JE TE RASSURE. ON EST SUR VÉNUS, LA PLANÈTE TOUT ENTIÈRE EST DÉDIÉE À L'AMOUR.
ON NE VA PAS EN FAIRE UN FROMAGE
NE ME PARLE PAS DE FROMAGE ! J'AI ENCORE SUR L'ESTOMAC CE QU'ON A MANGÉ TOUT À L'HEURE
ALLEZ, ON SE POSE !


ON S'ENCOMPOSE À CAUSE DE LA DENSITÉ DE L'ATMOSPHÈRE.


FINALEMENT, CE N'EST PAS UN MAUVAIS CHOIX.
NOUS SOMMES ENTRE LE CONTINENT ISHTAR TERRA, PLUS GRAND QUE L'AUSTRALIE, ESSENTIELLEMENT VOLCANIQUE, AVEC NOTAMMENT SKADI MONS QUI CULMINE À 10 700 MÈTRES DANS LA CHAÎNE DES MAXWELL MONTES.

... ET LE CONTINENT SUD APPELÉ APHRODITE TERRA, TROIS FOIS PLUS ÉTENDU QU'ISHTAR. C'EST CARRÉMENT LA SUPERFICIE DE L'AMÉRIQUE DU SUD.
SES RELIEFS SONT MOINS ÉLEVÉS, SAUF POUR MAAT MONS, LE PLUS HAUT VOLCAN VÉNUSIEN.
WAOUH !
ET SI C'ÉTAIT UNE VISION DE LA TERRE DANS UN SIÈCLE ?

JENNA, TU M'AIDES POUR LES PRÉLÈVEMENTS ?
LE RELIEF PARTICULIER, DE TYPE TESSERA, EST UN DES PLUS ANCIENS DE LA PLANÈTE, PEUT-ÊTRE UN MILLIARD D'ANNÉES.
ON VA VÉRIFIER ÇA.

EN FAIT, JE M'ATTENDAIS À CE QUE LE VENT SOUFFLE VRAIMENT PLUS FORT.
NOUS AVONS DE LA CHANCE. CES VENTS DE SURFACE SONT LENTS, QUELQUES KILOMÈTRES PAR HEURE, MAIS EN RAISON DE LA FORTE DENSITÉ DE L'ATMOSPHÈRE, ILS EXERCENT UNE FORCE IMPORTANTE.
SANS LES SCAPHANDRES ALIENS QUI EN ANNULENT LES EFFETS, NOUS DÉPLACER SERAIT TRÈS DIFFICILE.
ON N'A PAS BESOIN DE RESTER ATTACHÉS, ALORS ?
TU ES COMPLÈTEMENT INCONSCIENT !
JE RELÈVE UNE BELLE ABONDANCE DES GRANITES ET AUTRES ROCHES FELSIQUES.
TU SAIS CE QUE ÇA VEUT DIRE ?
DE TELLES ROCHES PEUVENT AVOIR ÉTÉ PRODUITES PAR UN MÉCANISME DE RECYCLAGE DE L'EAU DANS LE MANTEAU.
CE QUI VEUT DIRE QUE VÉNUS AURAIT BIEN CONNU IL Y A PLUSIEURS MILLIARDS D'ANNÉES, DES CONDITIONS TEMPÉRÉES PERMETTANT L'EXISTENCE D'EAU LIQUIDE EN SURFACE ?
EAU AUJOURD'HUI DISPARUE, PAR ÉVAPORATION PUIS ÉCHAPPEMENT DANS L'ATMOSPHÈRE...
POURQUOI PAS ?
COMME SUR MARS JADIS, COMME SUR CERTAINS SATELLITES DE JUPITER OU SATURNE, LA PRÉSENCE D'OCÉANS D'EAU LIQUIDE EST PEUT-ÊTRE BEAUCOUP PLUS FRÉQUENTE QU'ON NE CROIT, DANS NOTRE SYSTÈME SOLAIRE...

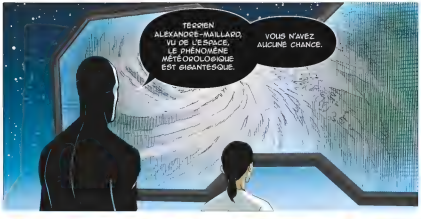
ON TERMINE VOS PRÉLÈVEMENTS POUR QUE LES LABOS DE LA TERRE PUISSENT RÉPONDRE À CETTE QUESTION ET ON LÈVE LE CAMP.
JE N'AIME PAS BEAUCOUP CE QUE JE VOIS ARRIVER, LÀ !
ET TOI, TU TE RATTACHES !
OUCH !
HÉ !?
STEVE, REVIENS PAR LÀ. ON PENTE À BORD.
REGARDEZ !
L'EXISTENCE DE LA FOUDRE DANS L'ATMOSPHÈRE DE VÉNUS ÉTAIT TRÈS CONTROVERSÉE.
IL FAUT ABSOLUMENT QUE JE SHOOTE ÇA
NON !

INCROYABLE ! EXTRAORDINAIRE !
REMBAREZ VITE À BORD !
QU'EST-CE QUE TU VAS FAIRE ?
FRANCESCA, RENTRE, S'IL TE PLAÎT !
ON VA RAMENER CE TAPÉ DE STEVE PAR LE FOND OU PANTALON S'IL LE FAUT !
ANDREW ! PÉGASI, BON SANG ! RAMÈNE-LA !
ALEX, ICI YANG ALEX, RÉPONDS !

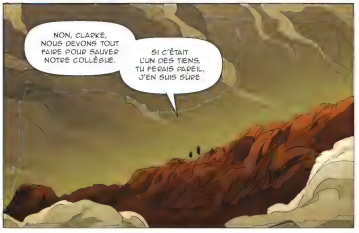
ALEX, QU'EST-CE QUI SE PASSE ?

YANG, ICI ALEX. ON A UN PROBLÈME AVEC STEVE.

CE MALADE S'EST DÉTACHÉ ET IL VEUT CHOPER DES CLICHÉS DE LA FOUDRE.


TECHNICIEN ALEXANDRE-MAILLARD, VU DE L'ESPACE, LE PHÉNOMÈNE MÉTÉOROLOGIQUE EST GIGANTESQUE.
VOUS N'AVEZ AUCUNE CHANCE.

VOUS DEVEZ REGAGNER LA NAVETTE IMMÉDIATEMENT.


NON, CLARKE, NOUS DEVONS TOUT FAIRE POUR SAUVER NOTRE COLLÈGUE.
SI C'ÉTAIT L'UN DES TIENS, TU FERAIS PAREIL, J'EN SUIS SÛRE.

AAAH !

STEVE ! RÉPONDS-MOI !

IL EST TOMBÉ DANS LES POMMES...

AVEC LE VENT, SI ON DOIT LE PORTER À DEUX, ON VA METTRE UN TEMPS FOU POUR REGAGNER LA NAVETTE

TERRENS, DEPUIS LE VAISSEAU, JE PEUX RELANCER SES FONCTIONS VITALES EN AGISSANT SUR LE SCAPHANDRE À DISTANCE.

ÉCARTEZ-VOUS !

ÇA VA ALLER.
ON SE BARRE AVANT QUE ÇA NOUS TOMBE DESSUS.
L'APPAREIL... ATTENDEZ !
DÉSOLÉ, MON VIEUX, ON N'A PAS LE TEMPS.
NON, IL FAUT LE RÉCUPÉRER !
BOUGE-TOI, MAINTENANT, SI TU NE VEUX PAS QUE ÇA NOUS ARRIVE AUSSI !

JE... JE SUIS DÉSOLÉ.
C'EST MOI LE COMMANDANT DE LA MISSION. LES SCIENTIFIQUES DOIVENT M'OBÉIR, C'EST UNE QUESTION DE SÉCURITÉ.
EN REFUSANT D'ÉCOUTER LES ORDRES, TU AS MIS DEUX AUTRES MEMBRES DE L'ÉQUIPE EN DANGER, POUR VENIR TE CHERCHER !
QUE CELA NE SE REPRODUISE PLUS OU ON TE RAMÈNE ILLICO À BORD DE LISS.

NOUS N'AVONS PAS PARLÉ DE LA STRUCTURE INTERNE DE VÉNUS.

JE PEUX VOUS EN DIRE PLUS, SI VOUS VOULEZ.

VÉNUS RESSEMBLE À LA TERRE PAR SA TAILLE ET PAR SA DENSITÉ. ALORS ON SUPPOSE QUE LES DEUX PLANÈTES ONT UNE STRUCTURE INTERNE COMPARABLE : UN NOYAU, UN MANTEAU ET UNE CROÛTE.

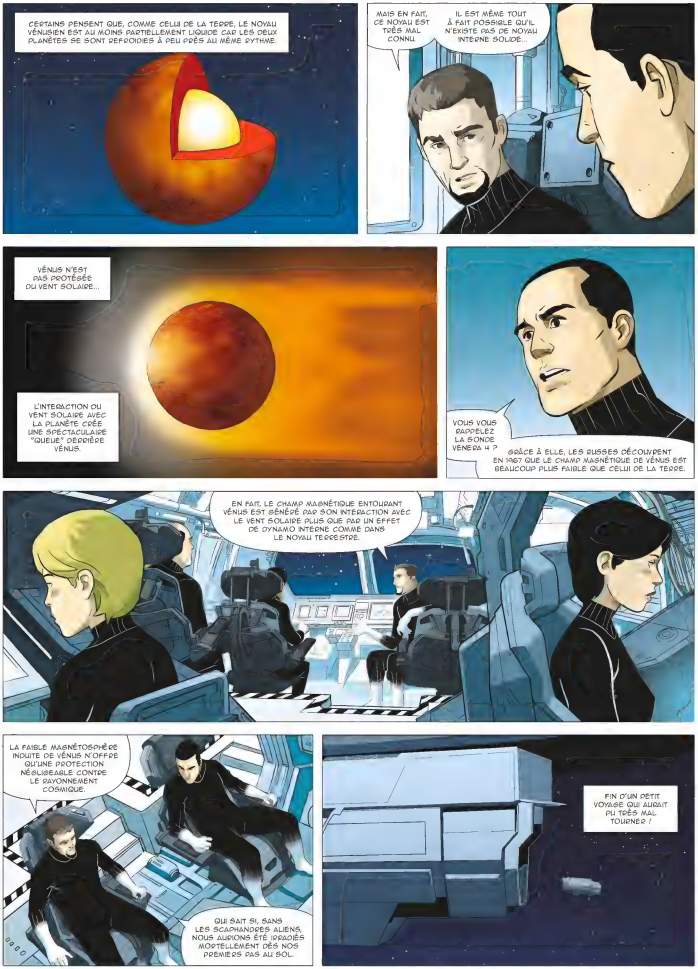
1 Noyau interne
2 Noyau externe
3 Manteau inférieur
4 Manteau supérieur
5 Croûte

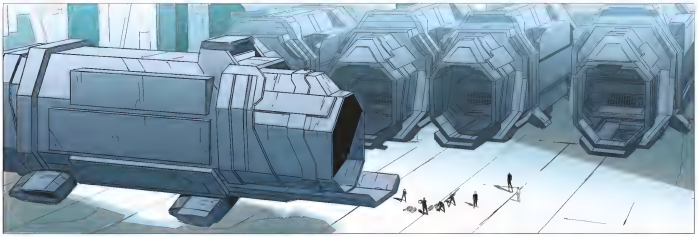
LA CROÛTE SILICATÉE, D'UNE ÉPAISSEUR SUPPOSÉE ALLANT DE 20 À 50 KM ENVIRON, SERAIT PLUS ÉPAISSE QUE LA CROÛTE OCÉANIQUE TERRESTRE QUI N'EST EN MOYENNE QUE DE 6 KM.

LA CROÛTE DE VÉNUS EST GLOBALEMENT IMMOBILE ET N'EST PAS SCINDÉE EN PLAQUES TECTONIQUES À L'INSTAR DE LA TERRE.

VÉNUS POSSÉDERAIT UN MANTEAU ROCHEUX REPRÉSENTANT ENVIRON LA MOITIÉ DU RAYON DE LA PLANÈTE, COMPOSÉ ESSENTIELLEMENT DE SILICATES ET D'OXYDES MÉTALLIQUES.

CE MANTEAU POURRAIT COMPORTER UN OCÉAN MAGMATIQUE, D'UNE ÉPAISSEUR DE 200 À 400 KM.

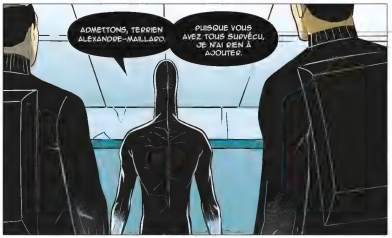

CERTAINS PENSENT QUE, COMME CELUI DE LA TERRE, LE NOYAU VÉNUSIEN EST AU MOINS PARTIELLEMENT LIQUIDE CAR LES DEUX PLANÈTES SE SONT REFROIDIES À PEU PRÈS AU MÊME RYTHME.
MAIS EN FAIT, CE NOYAU EST TRÈS MAL CONNU.
IL EST MÊME TOUT À FAIT POSSIBLE QU'IL N'EXISTE PAS DE NOYAU INTERNE SOLIDE...
VÉNUS N'EST PAS PROTÉGÉE DU VENT SOLAIRE...
L'INTERACTION DU VENT SOLAIRE AVEC LA PLANÈTE CRÉE UNE SPECTACULAIRE "QUEUE" DERRIÈRE VÉNUS.
VOUS VOUS RAPPELEZ LA SONDE VENERA 4 ?
GRÂCE À ELLE, LES RUSSES DÉCOUVRENT EN 1967 QUE LE CHAMP MAGNÉTIQUE DE VÉNUS EST BEAUCOUP PLUS FAIBLE QUE CELUI DE LA TERRE.
EN FAIT, LE CHAMP MAGNÉTIQUE ENTOURANT VÉNUS EST GÉNÉRÉ PAR SON INTERACTION AVEC LE VENT SOLAIRE PLUS QUE PAR UN EFFET DE DYNAMO INTERNE COMME DANS LE NOYAU TERRESTRE.
LA FAIBLE MAGNÉTOSPHÈRE INDUITE DE VÉNUS N'OFFRE QU'UNE PROTECTION NÉGLIGEABLE CONTRE L'ENVIRONNEMENT COSMIQUE.
QUI SAIT SI, SANS LES SCAPHANDRES ALIENS, NOUS AURIONS ÉTÉ IRRADIÉS MORTELLEMENT DÈS NOS PREMIERS PAS AU SOL.
FIN D'UN PETIT VOYAGE QUI AURAIT PU TRÈS MAL TOURNER !



C'EST TRÈS BRAVE, TROIS D'ENTRE VOUS AURAIENT PU MOURIR.
PRONONCEREZ-VOUS UNE SANCTION ?

MAIS COMMENT ÇA ?

C'EST SA PREMIÈRE SORTIE. IL A COMPRIS, CLARKE.


ADMETTONS, TERRIEN ALEXANDRE-MAILLARD.
PUISQUE VOUS AVEZ TOUS SURVÉCU, JE N'AI RIEN À AJOUTER.

IL NE FONCTIONNE PAS COMME NOUS, MAIS IL A ACCEPTÉ LA RÉPONSE D'ALEX.
TANT MIEUX... NOUS SOMMES SES INVITÉS, ICI, STEVE.
DEPUIS LE DÉBUT, JE N'AI VU QU'UNE SEULE LOI S'APPLIQUER DANS CE VAISSEAU : LA LOI DE CLARKE.
IL ÉTAIT DÉVEUX ?

J'AI UNE QUESTION POUR TOI, ANDREW.
C'EST LA PREMIÈRE PLANÈTE QUE NOUS EXPLORONS QUI N'A PAS DE LUNES.
... OU ALORS ON NE LES A PAS VUES ?

TU AS RAISON, YANG. VÉNUS NE POSSÈDE PAS DE SATELLITES NATURELS.
MAIS ELLE POSSÈDE PLUSIEURS ASTÉROÏDES TROYENS.

EN ASTRONOMIE, UN "TROYEN" EST UN ASTÉROÏDE, ET PARFOIS MÊME UNE LUNE, QUI PARTAGE LA MÊME ORBITE QU'UNE PLANÈTE.
AU LIEU DE TOURNER AUTOUR DE LA PLANÈTE, ILS SUIVENT ENSEMBLE, À DISTANCE, LA MÊME TRAJECTOIRE.

ON PENSE QUE VÉNUS A PROBABLEMENT EU AU MOINS UNE LUNE CRÉÉE PAR UN GRAND IMPACT COSMIQUE IL Y A PLUSIEURS MILLIARDS D'ANNÉES.

PUIS, ENVIRON 10 MILLIONS D'ANNÉES PLUS TARD, SELON LES ÉTUDES MENÉES À CE SUJET, UN AUTRE IMPACT AURAIT INVERSÉ LA DIRECTION DE ROTATION DE LA PLANÈTE ET PROVOQUÉ LA COLLISION DE CETTE LUNE AVEC VÉNUS.

UNE AUTRE EXPLICATION AU MANQUE DE SATELLITES EST L'EFFET DE FORTES MARÉES CRÉÉES PAR LE SOLEIL TOUT PROCHE QUI PEUVENT DÉSTABILISER LES CORPS CÉLESTES EN ORBITE, PUISQUE C'EST ÉGALEMENT LE CAS POUR MERCURE QUI N'A PAS NON PLUS DE SATELLITES.

TU SAIS, JENNA, POUR TA RECHERCHE DE LA VIE DANS LE SYSTÈME SOLAIRE, ON A EMIS L'HYPOTHÈSE DE L'EXISTENCE DE MICRO-ORGANISMES EXTRÉMOPHILES DANS CERTAINES COUCHES DE L'ATMOSPHÈRE VÉNUSIENNE...
JE SAIS, STEVE. MALHEUREUSEMENT, PENDANT NOTRE DESCENTE, LES PRÉLÈVEMENTS N'ONT RIEN RÉVÉLÉ DE TEL.
ÇA RESTE UNE HYPOTHÈSE, MAIS POURQUOI PAS ?

UN JOUR PEUT-ÊTRE, ON VERRA LA VIE SUR VÉNUS, QUITTE À CE QUE CE SOIT NOUS, LES HUMAINS, QUI L'APPORTIONS.

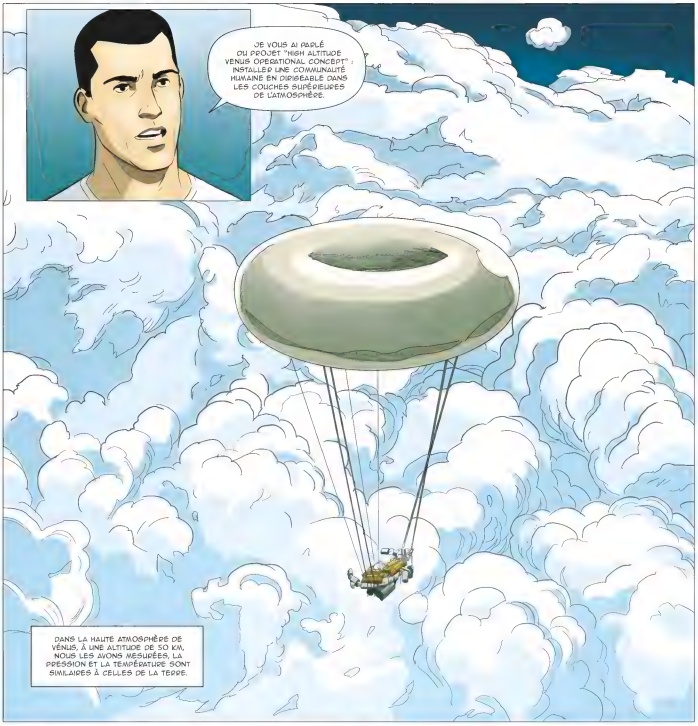
VÉNUS EST TRÈS PROCHE DE LA TERRE.

LE PROBLÈME, C'EST LE MANQUE D'EAU, UNE RESSOURCE DONT LES HUMAINS NE PEUVENT PAS SE PASSER.
ET VÉNUS EST LA PLANÈTE LA PLUS SÈCHE DU SYSTÈME SOLAIRE.

IMAGINEZ : SI ON CONDENSAIT TOUTE LA VAPEUR D'EAU DE VÉNUS, CELA NE REPRÉSENTERAIT QU'UNE FINE PELLICULE DE 3 CM D'ÉPAISSEUR, ALORS QUE SUR TERRE NOS OCÉANS ONT UNE PROFONDEUR MOYENNE DE 3 KM.

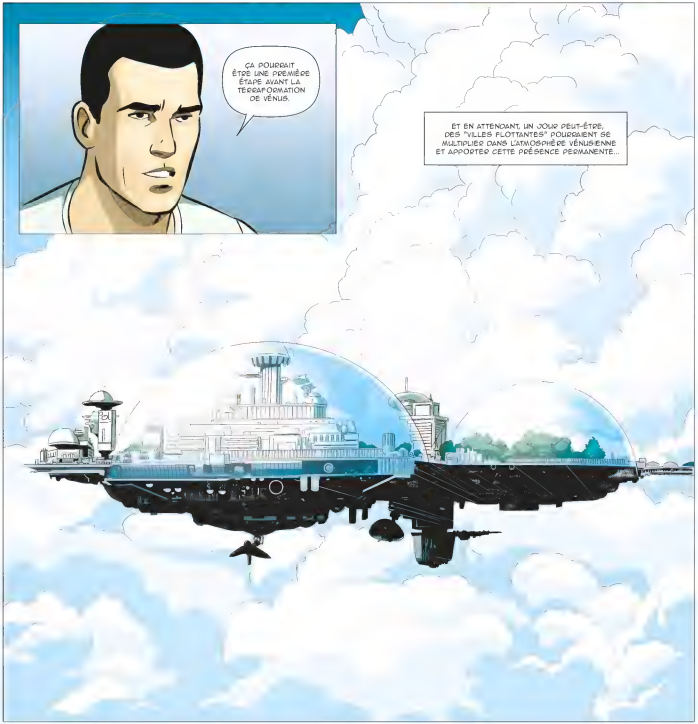
ET CE N'EST PAS LA MOINDRE DE SES CARACTÉRISTIQUES HOSTILES : LES TEMPÉRATURES, LA PRESSION, L'ABSENCE DE PROTECTION CONTRE LE VENT SOLAIRE ET LES RAYONS COSMIQUES...

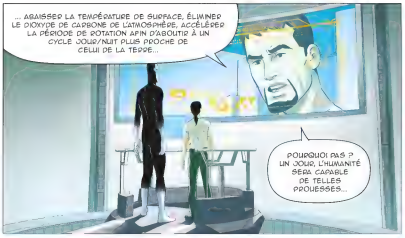
COMMENT POURRIONS-NOUS DOMPTER LES CONDITIONS QUI RÈGNENT DANS CETTE FOURNAISE ACIDE ?

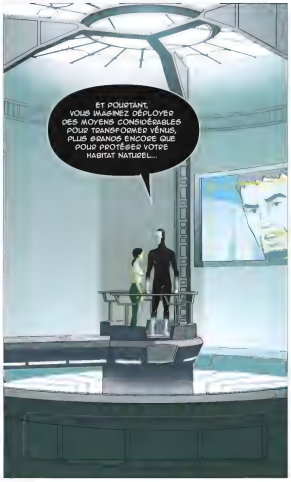

JE VOUS AI PARLÉ DU PROJET "HIGH ALTITUDE VENUS OPERATIONAL CONCEPT" : INSTALLER UNE COMMUNAUTÉ HUMAINE EN DIRIGEABLE DANS LES COUCHES SUPÉRIEURES DE L'ATMOSPHÈRE.
DANS LA HAUTE ATMOSPHÈRE DE VÉNUS, À UNE ALTITUDE DE 50 KM, NOUS LES AVONS RESTUÉES, LA PRESSION ET LA TEMPÉRATURE SONT SIMILAIRES À CELLES DE LA TERRE.

DE PLUS, DANS CES RÉGIONS, L'ÉNERGIE SOLAIRE EST ABONDANTE.

MAIS EST-CE QUE CELA SERAIT SUFFISANT POUR ASSURER UNE PRÉSENCE PERMANENTE ?
C'EST POURTANT CELA QUI SERAIT UN ATOUT DANS LA CONQUÊTE SPATIALE, AVANT D'ALLER BEAUCOUP PLUS LOIN.


ÇA POURRAIT ÊTRE UNE PREMIÈRE ÉTAPE AVANT LA TERRAFORMATION DE VÉNUS.
ET EN ATTENDANT, UN JOUR PEUT-ÊTRE, DES "VILLES FLOTTANTES" POURRAIENT SE MULTIPLIER DANS L'ATMOSPHÈRE VÉNUSIENNE ET APPORTER CETTE PRÉSENCE PERMANENTE...

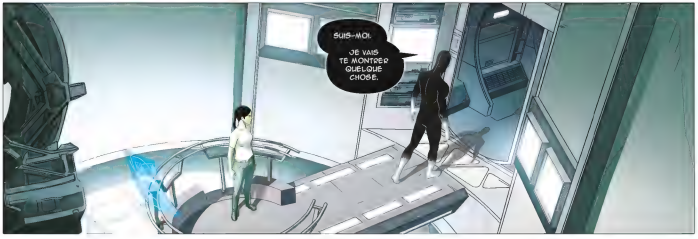

... AGRISSED LA TEMPÉRATURE DE SURFACE, ÉLIMINER LE DIOXYDE DE CARBONE DE L'ATMOSPHÈRE, ACCÉLÉRER LA PÉRIODE DE ROTATION AFIN D'ABOUTIR À UN CYCLE JOUR/NUIT PLUS PROCHE DE CELUI DE LA TERRE...
POURQUOI PAS ? UN JOUR, L'HUMANITÉ SERA CAPABLE DE TELLES PROUESSES...

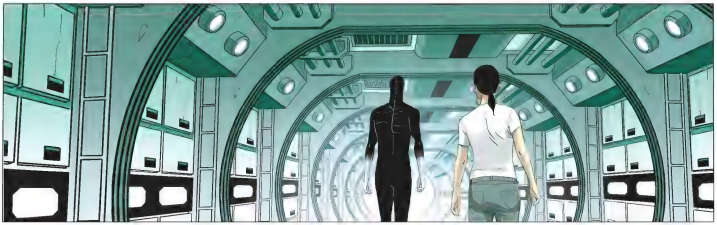

ET POURTANT, VOUS IMAGINEZ DÉPLOYER DES MOYENS CONSIDÉRABLES POUR TRANSFORMER VÉNUS, PLUS GRANDS ENCORE QUE POUR PROTÉGER VOTRE HABITAT NATUREL...

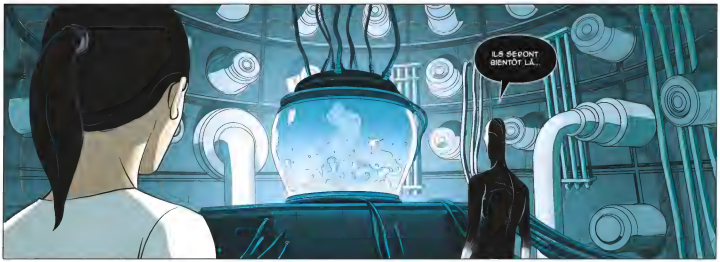
VOUS, LES TERRIENS, VOUS NE POUVEZ VOUS EMPÊCHER DE CONQUÉRIR DE NOUVEAUX TERRITOIRES, QUELLES QUE SOIENT LES DIFFICULTÉS.
L'ENVIRONNEMENT HOSTILE DE VÉNUS DEVRAIT VOUS FAIRE RÉFLÉCHIR SUR L'EFFET DE SERRE QUI EST EN TRAIN DE MODIFIER LES CONDITIONS CLIMATIQUES DE LA TERRE...

NOUS NE SOMMES PAS TOUS LES MÊMES, TU SAIS, CLARKE.

C'EST ÉTRANGE, TERRIENNE YANG-LIPINE...
NOUS, NOUS SOMMES TOUS LES MÊMES.

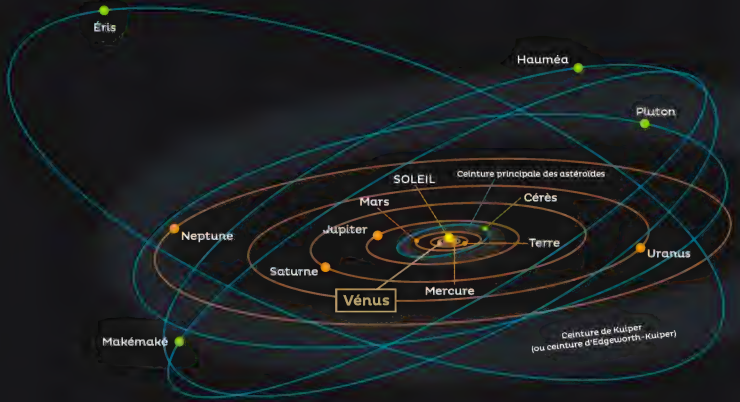

SUIS-MOI.
JE VAIS TE MONTRER QUELQUE CHOSE.




ILS SERONT BIENTÔT LÀ...

ILS NAÎTRONT SOUS LEUR FORME DÉFINITIVE QUAND NOUS AURONS ATTEINT MERCURE...

C'EST MERVEILLEUX, CLARKE !
FIN DE L'ÉPISODE.
À SUIVRE DANS : MERCURE, LA PLANÈTE MÉTAL.



À LA DÉCOUVERTE DE VÉNUS

VÉNUS, connue depuis l'Antiquité, est la deuxième planète du Système solaire par ordre de distance au Soleil. Elle tourne très lentement sur elle-même, en 243 jours, dans le sens contraire à celui de sa révolution autour du Soleil. La durée de l'année, 225 jours, correspond ainsi à un peu moins de deux jours vénusiens. C'est une planète tellurique (rocheuse) dont la taille et la masse sont similaires à celles de la Terre, mais dont l'atmosphère est 65 fois plus dense à la surface. Composée majoritairement de dioxyde de carbone, gaz à fort effet de serre, la température à la surface atteint 460 °C. Vénus est recouverte d'une épaisse couche de nuages d'acide sulfurique. L'atmosphère au sommet des nuages fait le tour de la planète en seulement 4,5 jours. La surface de Vénus, entièrement façonnée par l'activité volcanique, date d'environ 500 millions d'années et est donc relativement jeune. Elle comprend de vastes plaines, des plateaux élevés, quelques régions montagneuses et des structures spécifiques d'origine volcanique. Des traces de volcanisme encore actif ont été détectées. Contrairement à la Terre, la planète ne présente pas d'activité tectonique. Vénus ne possède pas de champ magnétique mais son interaction avec le vent solaire produit une magnétosphère induite et érode lentement son atmosphère.

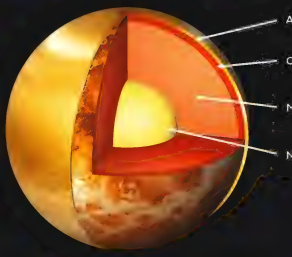
Dossier préparé par le comité scientifique suivant, composé d'astrophysiciens et astrophysicienne à l'Observatoire de Paris - Université Paris Sciences et Lettres :
Bruno BÉZARD, Nicolas BIVER, Xavier BONNIN, Alain DORESSOUNDIRAM, Laurent LAMY, Milan MAKSIMOVIC, Sandrine VINATIER et Philippe ZARKA.

VÉNUS - FICHE D'IDENTITÉ

Diamètre moyen : 12 104 km
Masse : 0,815 x masse Terre
Densité : 5,243
Distance moyenne au Soleil : 0,723 ua
(varie entre 107 et 109 millions de km)
Distance à la Terre : 39,5 à 259,7 millions de km
Période de rotation : 243 jours
Durée moyenne du jour vénusien : 116,75 jours
Période de révolution : 224,7 jours
Inclinaison de l'axe de rotation : 177,3°
Pesanteur : 0,90 g
Nombre de satellites naturels : 0
g = accélération moyenne de la pesanteur terrestre = 9,807 m/s²

Photographie de Vénus prise par la sonde Mariner 10.
© NASA/JPL-Caltech

STRUCTURE INTERNE DE VÉNUS

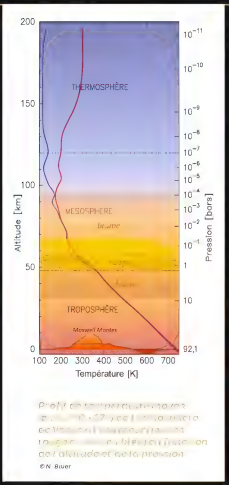


Modèle de la structure interne de Vénus.
© Calvin J. Hamilton/B. Bérard

Vénus est une planète tellurique composée de trois grandes couches (un noyau, un manteau et une croûte) similaires à celles de la Terre. Cependant, des différences majeures existent dans leur composition et leur dynamique.
Le noyau de Vénus est principalement composé de fer et de nickel. Il pourrait être partiellement liquide, bien que la lente rotation de la planète et le manque de données sismiques compliquent la détermination précise de son état. Le rayon du noyau est estimé à environ 2 900 kilomètres, ce qui représente près de la moitié du rayon total de la planète. Le manteau de Vénus est constitué essentiellement de silicates et d'oxydes métalliques. Il joue un rôle crucial dans le transfert de chaleur interne. Avec une épaisseur d'environ 3 000 kilomètres, il génère une chaleur importante due à la désintégration radioactive. Cependant, l'absence de tectonique des plaques limite l'évacuation efficace de cette chaleur, ce qui conduit à des épisodes périodiques de resurfaçage volcanique. La croûte vénusienne, relativement mince, mesure entre 10 et 30 kilomètres d'épaisseur et est composée principalement de roches silicatées telles que le basalte et le granit. Contrairement à la Terre, cette croûte forme une seule plaque rigide percée par des volcans et ne présente pas d'activité tectonique. La rotation extrêmement lente de Vénus ne permet pas la génération d'un champ magnétique dans le noyau ou une activité tectonique. Cela en fait une planète unique et un sujet d'étude pour comprendre les mécanismes internes des planètes telluriques.

ATMOSPHÈRE DE VÉNUS

Vénus possède une atmosphère dense constituée à 96,5 % de dioxyde de carbone (CO_2) et 3,5 % de diazote (N_2) avec des traces de dioxyde de soufre (SO_2), d'argon (Ar), de vapeur d'eau (H_2O) et d'autres gaz en moindre abondance. Le dioxyde de soufre et la vapeur d'eau proviennent vraisemblablement d'une activité volcanique récente à l'échelle géologique. La pression moyenne à la surface est de presque 91 fois la pression moyenne à la surface de la Terre, et la densité de l'atmosphère atteint 1/15 de la densité de l'eau liquide. Il y règne une température de 460 °C, conséquence d'un intense effet de serre principalement dû au dioxyde de carbone. La température décroît régulièrement avec l'altitude pour atteindre environ -110 °C vers 95 km. Plus haut, elle varie fortement selon l'heure locale. L'équateur n'étant incliné que de 3° par rapport au plan de l'orbite, il n'y a pas de saisons sur Vénus.



Profil de température en fonction de l'altitude sur Vénus. Les températures tracées sont celles qu'il faudrait pour obtenir la pression correspondante à l'altitude considérée.
© N. Bauer

NUAGES ET BRUMES

Vénus est recouverte d'une épaisse couche de nuages d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4–H_2O) qui s'étend de 48 à 70 km d'altitude. Des brumes ténues composées de fines particules sont présentes au-dessus et en dessous des nuages. Les gouttelettes d'acide sulfurique se forment vers 60–70 km sous l'action du rayonnement ultraviolet du Soleil agissant sur SO_2 et H_2O. Vers 48 km, la température est suffisamment élevée pour que les gouttelettes nuageuses s'évaporent. La vapeur de H_2SO_4 produite, qui constitue une source de particules pour le nuage inférieur (48–57 km), se décompose ensuite thermiquement plus bas. On trouve aussi vers le sommet des nuages de particules qui absorbent fortement le rayonnement bleu et ultraviolet du Soleil et dont la composition reste inconnue. Avec ces nuages très brillants, Vénus réfléchit 77 % de la lumière qu'elle reçoit, si bien que le flux solaire à sa surface est plus faible que sur Terre bien qu'elle soit plus proche du Soleil.

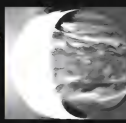


Image de Vénus prise le 25 mars 2016 par la sonde Akatsuki à une longueur d'onde de 2,26 micromètres. Sur le côté nuit de la planète, à droite, la structure inhomogène du nuage inférieur (48–57 km) apparaît comme une silhouette rétro-éclairée par le rayonnement thermique de l'atmosphère chaude plus profonde. Les régions les plus sombres sont celles où les nuages sont les plus denses.
© ISAS/JAXA

CIRCULATION ATMOSPHÉRIQUE

Sur Vénus, les mouvements atmosphériques sont dominés par des vents parallèles à l'équateur, avec une atmosphère en super-rotation, jusqu'à 80 fois plus rapide que la rotation du corps solide. La vitesse des vents, dirigés vers l'ouest, atteint 360 km/h au sommet des nuages (70 km) entre 50° N et 50° S puis décroît vers les pôles. Les vents décroissent avec la profondeur et, près de la surface, n'excèdent pas quelques kilomètres-heure. Le sommet des nuages effectue ainsi le tour de la planète en 4,5 jours tandis que la couche nuageuse inférieure (vers 50 km) met 6,5 jours environ. Ces vents sont associés à une circulation le long des méridiens induite par le chauffage solaire, où l'air chaud monte dans la région équatoriale, est transporté vers les hautes latitudes, et y redescend avant de revenir vers l'équateur dans l'atmosphère profonde. Au-dessus de 110 km, la super-rotation laisse place à une circulation allant du point subsolaire, côté jour, au point antisolaire, côté nuit. Au niveau du terminateur, la vitesse du vent dépasse les 700 km/h. La région 70–110 km est une région de transition où les deux régimes se superposent et où les vents peuvent varier fortement et rapidement.

Image de Vénus en fausses couleurs créée à partir de deux images obtenues le 30 mars 2018 par la sonde Akatsuki dans le domaine ultraviolet. Les contrastes résultent de variations dans la concentration du dioxyde de soufre et d'une substance encore non identifiée absorbant le rayonnement ultraviolet. Les régions polaires, brillantes et relativement uniformes, contrastent avec la vaste zone équatoriale, beaucoup plus turbulente, et où la super-rotation est la plus forte. La structure en V est caractéristique des images ultraviolettes de Vénus.
© ISAS/JAXA

LES VORTEX POLAIRES

Chacun des pôles héberge un vortex entouré d'une couronne plus froide entre 60° et 80° de latitude. Ces vortex sont des régions dynamiques, relativement chaudes, où l'air descend en spiralant et où le sommet des nuages est situé vers 60 km, soit une dizaine de kilomètres plus bas qu'aux latitudes moyennes. Les observations de la sonde Venus Express ont montré que le vortex sud était généralement confiné entre 90° S et 80° S et que le centre de rotation était en moyenne écarté de 3° du pôle. Sa morphologie est en général celle d'une simple ou d'une double spirale (dipôle), avec des filaments chauds en rotation reliés aux centres des spirales. Les vortex polaires de Vénus sont parmi les plus variables du Système solaire, leur forme pouvant évoluer fortement en moins de 24 heures.

Images infrarouges du pôle sud de Vénus enregistrées à 24 heures d'intervalle par la sonde Venus Express à une longueur d'onde de 5 micromètres. Ces images montrent l'émission thermique de Vénus vers 60 km d'altitude, au sommet des nuages. Plus une région est claire, plus elle est chaude, et donc plus on voit profond. Le point jaune indique le pôle sud. On voit ici comment la forme du vortex a évolué en 24 h d'une forme circulaire à une forme plus étirée, qu'on appelle dipôle.
© ESA/VIRTIS/INAF-IASF/Obs. de Paris-LESIA/Univ. of Oxford

Image de Vénus en fausses couleurs combinant des images ultraviolette du côté jour (en haut) et infrarouge du côté nuit (en bas) enregistrées par la sonde Venus Express. L'image ultraviolette montre le sommet des nuages vers 60–70 km, éclairé par le Soleil, tandis que l'image infrarouge sonde la base des nuages vers 48 km d'altitude. On observe des structures nuageuses, corrélées entre les deux images, qui s'enroulent en spirale autour du pôle sud. Cette morphologie résulte de la super-rotation et des vents méridiens.
© ESA, équipes VIRTIS et VMC

LA LUMIÈRE DU CIEL NOCTURNE

Sous l'effet du rayonnement ultraviolet du Soleil, les molécules CO_2 et N_2 peuvent être dissociées le jour à haute altitude. Les atomes O et N produits sont transportés du côté nuit par la circulation atmosphérique, et peuvent se recombiner pour former du dioxygène (O_2) et du monoxyde d'azote (NO) en émettant de la lumière. Ces émissions, qui proviennent de la haute atmosphère entre 95 et 120 km, sont visibles sur le côté nuit de Vénus dans les domaines infrarouge et visible pour O_2 et ultraviolet pour NO. Leur morphologie, très variable, apporte une information précieuse sur la circulation atmosphérique aux altitudes où elles se produisent.

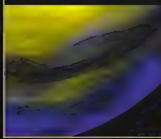
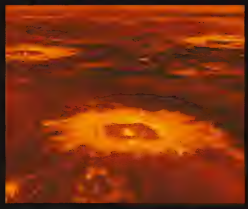


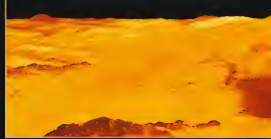
Image en fausses couleurs enregistrée par la sonde Venus Express sur le côté nuit de Vénus aux longueurs d'onde de 1,27 (bleu) et 1,74 (jaune) micromètres. L'horizon en bas à droite correspond à l'équateur et le coin supérieur gauche à 60° de latitude sud. L'émission de la molécule de dioxygène (O_2) vers 95–100 km d'altitude apparaît en bleu.
© ESA/VIRTIS/INAF-IASF/Obs. de Paris-LESIA

GÉOLOGIE ET VOLC

Vénus est souvent qualifiée de « jumelle » de la Terre en raison de sa taille, de sa masse et de sa composition similaires. Pourtant, sous son épaisse atmosphère de dioxyde de carbone se cache un monde radicalement différent, marqué par une géologie et un volcanisme remarquables. La surface de Vénus, cartographiée en détail par radar grâce aux sondes spatiales comme Magellan, révèle une planète dominée par des volcans, des plaines de lave et des structures uniques (e.g. dôme en galette) qui témoignent d'une activité interne intense.



Vue en perspective de trois cratères d'impact vénusiens : Howe (37 km) au centre, Danilova (47 km) à gauche et Aglaonice (62 km) à droite. Cette image colorisée a été produite à partir des données radar de la sonde Magellan.
©NASA/JPL



Maat Mons, un volcan bouclier de Vénus qui doit son nom à la déesse égyptienne de la vérité et de la justice. Cette image générée en fausses couleurs par ordinateur a été créée à partir des images radar de Magellan. L'échelle verticale a été augmentée d'un facteur 10.
©NASA/JPL

ANISME DE VÉNUS : UNE PLANÈTE EN ÉBULLITION

UN VOLCANISME OMNIPRÉSENT

La géologie de Vénus est principalement façonnée par le volcanisme. Environ 80 % de sa surface est recouverte de plaines volcaniques formées par d'immenses coulées de lave basaltique. On trouve aussi de vastes plateaux — le plus grand, Aphrodite Terra, atteignant la moitié de la taille de l'Afrique — et quelques massifs montagneux, dont Maxwell Montes qui culmine à près de 11 km. On pense qu'il y a environ 300 à 500 millions d'années, un événement massif de resurfaçage a recouvert presque entièrement la surface vénusienne. Le peu de cratères d'impact à la surface confirme cet âge relativement jeune. Contrairement à la Terre, qui possède une tectonique des plaques active, Vénus semble fonctionner différemment : son manteau accumule lentement la chaleur jusqu'à ce qu'elle soit libérée lors d'éruptions volcaniques généralisées. Parmi les formations volcaniques les plus remarquables, on trouve :

- **Les volcans boucliers**, comme Maat Mons, le plus haut volcan de Vénus (8 km d'altitude), qui ressemble aux volcans hawaïens mais à une échelle bien plus grande.
- **Les coronae**, des structures circulaires ou ovales pouvant atteindre plusieurs centaines de kilomètres de diamètre. Ces formations sont causées par des remontées de magma qui déforment la croûte sans nécessairement provoquer d'éruption.
- **Les chenaux de lave**, des structures allongées qui s'étendent parfois sur des milliers de kilomètres, un record dans le Système solaire.
- **Les dômes en galette**, formés par une lave très visqueuse qui s'accumule autour du point d'éruption.

Ces caractéristiques montrent que le volcanisme a joué un rôle central dans l'évolution géologique de la planète.

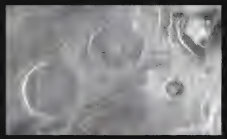
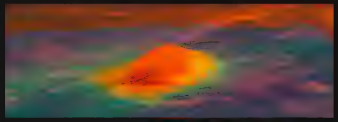


Image radar prise par la sonde Magellan montrant des dômes volcaniques plats de 65 kilomètres de diamètre en forme de galette.
© NASA/JPL

UNE ACTIVITÉ VOLCANIQUE TOUJOURS PRÉSENTE ?

Pendant longtemps, on a cru que le volcanisme sur Vénus appartenait au passé. Cependant, des découvertes récentes suggèrent que la planète pourrait encore être active aujourd'hui. Les données recueillies par la sonde européenne Venus Express (2006-2014) ont révélé des variations de la quantité de dioxyde de soufre dans l'atmosphère vénusienne. Ce gaz est souvent associé à des éruptions volcaniques sur Terre. De plus, certaines régions comme Ganis Chasma montrent des « points chauds » où la température dépasse les 830 °C, ce qui pourrait indiquer des coulées de lave récentes. En 2023, une analyse approfondie des images radar prises par la sonde Magellan dans les années 1990 a permis d'identifier un changement dans la forme d'un cratère volcanique entre février et octobre 1991. Ce phénomène est interprété comme une preuve directe d'une éruption volcanique récente sur Vénus.



La sonde Venus Express a détecté une région d'émissivité infrarouge élevée par rapport aux plaines voisines (ici Idunn Mons) indiquant une activité volcanique récente (de moins de 2,5 millions d'années), similaire à celle d'Hawaï.
© ESA/NASA/JPL-Caltech

UN MONDE HOSTILE MAIS FASCINANT

Vénus est un environnement extrêmement hostile. Les conditions à sa surface rendent l'exploration directe difficile, mais les missions spatiales passées et futures continuent d'apporter des informations précieuses sur cette planète mystérieuse.

Vénus reste un objet d'étude privilégié pour comprendre non seulement son histoire géologique unique mais aussi les mécanismes fondamentaux qui façonnent les planètes rocheuses. Étudier ses volcans pourrait également nous offrir un aperçu précieux sur l'évolution future de notre propre planète.

INTERACTION AVEC LE VENT SOLAIRE

Vénus ne possède pas de champ magnétique intrinsèque mais l'interaction du vent solaire avec la haute atmosphère, partiellement ionisée, produit une magnétosphère induite, de dimensions bien inférieures à celle de la magnétosphère terrestre. Le vent solaire est ralenti, chauffé et défléchi autour de l'obstacle formé par l'ionosphère, la partie de la haute atmosphère ionisée sous l'action du rayonnement ultraviolet du Soleil. L'existence d'une magnétosphère induite limite l'échappement atmosphérique. L'ionosphère est comprimée par le vent solaire côté jour et peut s'étendre au-delà de plusieurs rayons vénusiens dans la queue de la magnétosphère côté nuit. La structure de l'ionosphère et de la magnétosphère dépend fortement de l'activité du Soleil.

Des processus dynamiques le long de la queue de la magnétosphère conduisent à la perte d'ions ionosphériques, érodant ainsi lentement l'atmosphère de Vénus. La sonde Venus Express a détecté un échappement d'ions oxygène (O^+) et hydrogène (H^+) dans la proportion de 1 à 2, indiquant que de la vapeur d'eau (H_2O) s'échappe encore actuellement de Vénus. On estime que quelques milliers de tonnes de gaz sont ainsi perdues chaque année. Par ailleurs, le fort enrichissement de la vapeur d'eau atmosphérique en deutérium D (isotope lourd de l'hydrogène) – le rapport HDO/H_2O étant 150 fois plus élevé que sur Terre – atteste que Vénus a perdu dans le passé une grande partie de son eau.

Le magnétomètre à bord de Venus Express a détecté différents types d'ondes électromagnétiques dues à l'interaction entre le vent solaire et la magnétosphère induite de Vénus. Il a également identifié un type d'ondes particulier (de type « sifflement ») qui pourraient être créées par des éclairs localisés dans les nuages d'acide sulfurique et se propageant de l'atmosphère à l'ionosphère.

Vue d'artiste de l'interaction de la haute atmosphère ionisée de Vénus avec le vent solaire. L'ionosphère (en orange), constituée d'ions et d'électrons formés dans la haute atmosphère, possède une queue plus ou moins étendue selon l'activité solaire. L'ionopause est la limite supérieure de l'ionosphère, confinée par le champ magnétique du vent solaire (lignes jaunes) empilé côté jour. La magnétopause (au bord externe de la région bleutée) est la frontière entre la région dominée par ce champ magnétique empilé et celle dominée par la pression du vent solaire. Le vent solaire y est fortement raienti et dévié comme autour de l'étrave et dans le sillage d'un bateau.
© ESA/B. Bézard

POURQUOI VÉNUS TOURNE-T-ELLE SI LENTEMENT ET À L'ENVERS ?

L'origine de la rotation lente et rétrograde de Vénus est encore débattue. Différents processus jouent sur la rotation de Vénus. Tout d'abord, la friction entre le cœur et le manteau tend à ralentir la rotation de la planète. C'est aussi le cas des marées induites par le champ de gravité du Soleil sur l'ensemble de la planète. Par contre, une fois la planète suffisamment ralentie, les marées thermiques atmosphériques, induites par les fortes variations du chauffage solaire en fonction de la longitude (ou heure locale) s'opposent à ce ralentissement et peuvent faire pivoter l'axe de rotation. L'état actuel de Vénus reflète un équilibre entre ces deux effets antagonistes.

Dans le passé, l'inclinaison de l'axe de rotation de chaque planète tellurique a vraisemblablement connu de fortes variations chaotiques à cause des perturbations des autres planètes. Des simulations numériques de l'évolution de Vénus depuis sa formation montrent que les processus de friction et de marées, en présence de cette phase chaotique, conduisent avec une forte probabilité à l'état actuel de rotation de Vénus.

HISTOIRE DE L'EXPLORATION VÉNUSIENNE

Dessin de Galilée présentant ses observations des planètes Saturne, Jupiter, Mars (en haut) et Vénus (en bas) avec ses différentes phases.
© Istituto e Museo di Storia della Scienza, Florence

Vénus, objet le plus brillant dans le ciel après le Soleil et la Lune, a occupé une place importante dans la mythologie des différentes civilisations. Son nom est celui de la déesse de l'Amour chez les Romains, à l'instar des Grecs anciens qui l'avaient associée à Aphrodite.

Vue depuis la Terre, Vénus ne s'éloigne jamais de plus de 47° du Soleil. Lorsque Vénus est visible la nuit, c'est soit le soir après le coucher du Soleil à l'ouest, soit le matin avant son lever à l'est, ce qui explique son surnom d'étoile du Berger. En l'observant avec sa lunette en 1610, Galilée vit que Vénus présentait des phases, comme la Lune. Cette découverte, incompatible avec le modèle géocentrique de Ptolémée, a contribué à imposer le modèle copernicien qui place le Soleil au centre du Système solaire. Les passages de Vénus devant le Soleil (transits) sont relativement rares, moins de deux fois par siècle en moyenne, et ont eu une importance historique car ils ont permis de mesurer la distance Terre-Soleil par l'effet de parallaxe et donc de déterminer la valeur de l'unité astronomique (ua). Suite à la première observation d'un transit en 1639 par Jeremiah Horrocks, astronome anglais, plusieurs expéditions menées par des astronomes européens aux XVIIIe et XIXe siècles ont abouti à une mesure relativement précise. Le transit de 1761 a de plus permis à Mikhaïl Lomonossov, scientifique russe, de mettre en évidence une atmosphère épaisse autour de la planète qui produit une réfraction des rayons solaires lorsque la planète passe devant le disque du Soleil.

La forte luminosité et l'absence de motifs visibles sur le disque vénusien ont naturellement amené l'idée que Vénus était recouverte de nuages. De nombreux scientifiques supposaient que ces nuages étaient composés d'eau, comme sur Terre, conduisant à l'image, très répandue dans l'opinion jusqu'au début du XXe siècle, d'une planète humide au climat tropical. Des observations infrarouges en 1932 conduisirent à la détection du dioxyde de carbone dans l'atmosphère de Vénus, tandis que celle de la vapeur d'eau, plus difficile, dut attendre les années 1960.

L'exploration spatiale de Vénus a débuté en 1962 avec la sonde Mariner 2 qui a clairement établi, par des mesures micro-ondes, que la température à la surface de Vénus excédait 300 °C. Une série d'atterrissages par les sondes Venera suivit peu après, avec notamment les premières images de la surface de Vénus prises par Venera 9 en 1975, montrant des roches plates sur un terrain peu accidenté. Les années 1970 et 1980 ont constitué l'âge d'or de l'exploration de Vénus avec Pioneer Venus et plusieurs missions Venera puis Vega qui ont engrangé des données scientifiques sur la surface, l'atmosphère, les nuages, et l'environnement de la planète. Cette période d'exploration intense s'est achevée en beauté avec la mission Magellan, lancée en 1989, qui a produit une cartographie radar quasi complète et détaillée de la surface de Vénus. L'exploration spatiale ne reprend qu'en 2005 avec le lancement de Venus Express, suivie quelques années plus tard d'Akatsuki. La mission Envision est aujourd'hui en préparation pour être lancée au début des années 2030.

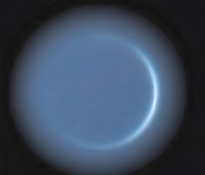
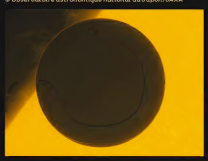


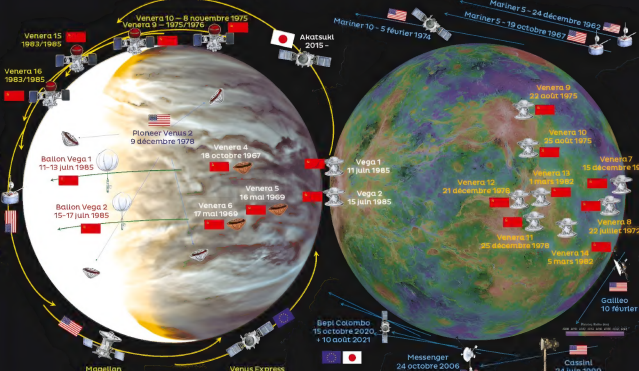
Image télescopique de Vénus le 2 juin 2020 juste avant sa conjonction, montrant l'anneau complet et mettant ainsi en évidence son atmosphère diffusant la lumière du Soleil. © N. Biver

Image de Vénus prise par le satellite Hinode au début de son passage devant le Soleil le 5 juin 2012, montrant le fin liseré de l'atmosphère qui réfracte les rayons solaires sur le fond du ciel noir, observé visuellement dès 1761 par M. Lomonossov.
© Observatoire astronomique national du Japon/JAXA



Dernières images de la surface de Vénus prises par les deux caméras de la sonde Venera 14 en 1982. On voit le bas de la sonde et les couvercles de protection des caméras éjectés, ainsi que, sur l'image du bas, un bras extensible. Venera 14 a atterri sur le flanc est de Phoebe Regio.
© Russian Academy of Sciences/Ted Stryk

MISSIONS D'EXPLORATION SPATIALE AYANT ATTEINT VÉNUS



Missions vers la planète Vénus. Partie gauche : missions atmosphériques (côté nuit à droite et jour à gauche) et orbitales (autour de l'image de la planète avec période d'activité). Partie droite : missions posées à la surface (à gauche Vega 1 et Vega 2, et à droite Venera 7 côté nuit, les autres Venera côté jour ; toutes sont indiquées sur leur position d'atterrissage sur un fond de carte radar de l'hémisphère centré à 270° E, 0° N) et missions ayant survolé Vénus (trajectoire en bleu avec date(s) de survol). Seules les sondes Venera 9, 10, 13 et 14 ont renvoyé quelques images de la surface.

© ISAS/JAXA, USGS/NASA (fonds de carte), N. Bluer

LEXIQUE

- Magnétosphère induite :
Bulle magnétique entourant une planète non magnétisée, créée par l'interaction du vent solaire avec la haute atmosphère ionisée. Sa frontière externe est la magnétopause. Elle se distingue de l'ionopause, limite de l'ionosphère, confinée par le champ magnétique du vent solaire empilé côté jour. Le vent solaire étant supersonique, un choc d'étrave se forme en amont de la magnétopause.

- Parallaxe :
Variation de la position apparente d'un astre selon la position de l'observateur.

- Pression (atmosphérique) :
La pression mesure la force exercée sur une surface. Dans le cas de la pression atmosphérique, elle est exercée par les molécules d'air et vaut environ 1 bar à la surface terrestre, soit environ le poids exercé par une masse de 1 kg sur une surface de 1 cm². Elle diminue avec l'altitude.

- Super-rotation :
Se dit d'une atmosphère qui tourne plus rapidement que la planète elle-même, tout au moins à basse latitude. Vénus et Titan, satellite de Saturne, sont des exemples emblématiques de super-rotation atmosphérique.

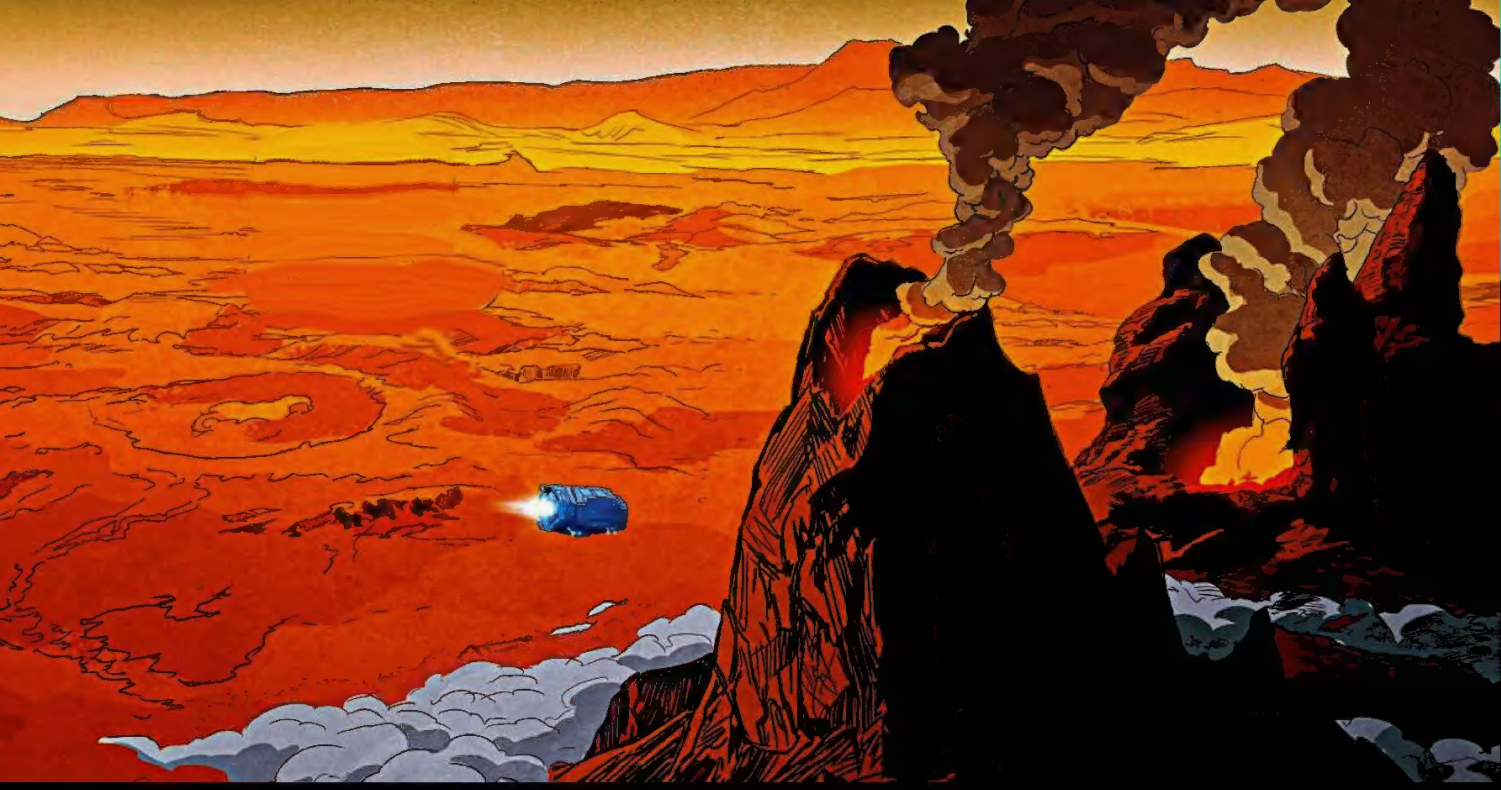
- Vent solaire :
Flux de particules chargées, essentiellement protons et électrons, émis par le Soleil.

- ua :
Unité astronomique (149 597 871 km, soit la distance moyenne Terre-Soleil).

Malgré nos recherches diligentes, avérées et sérieuses, nous ne sommes pas parvenus à identifier ou retrouver les titulaires des droits de certaines photographies reproduites dans cet ouvrage (article L.113-10 du Code de la propriété intellectuelle relatif aux œuvres orphelines – « © Droits réservés »). Tout titulaire de droits identifiant une de ses œuvres au sein du présent ouvrage est donc cordialement invité à prendre contact avec l'éditeur aux coordonnées susmentionnées.

© 2025 / Glénat bd
Couvent Sainte-Cécile - 37, rue Servan - 38000 Grenoble
Tous droits réservés pour tous pays.
Dépôt légal : octobre 2025
ISBN : 978-2-3310-8915-2

Avec le soutien du
CNL
Centre national du livre
www.centrenationaldulivre.fr



VÉNUS

De retour des confins du Système solaire où ils ont exploré les géantes gazeuses à bord d'un vaisseau extraterrestre, une équipe de scientifiques terriens poursuit sa mission en se posant sur une sorte de soeur jumelle de la Terre : Vénus. Jumelle, peut-être, sauf que la deuxième planète du système est une véritable fournaise, dont le sol est le plus souvent masqué par son atmosphère aussi dense et torride qu'empoisonnée. Et pourtant, Vénus a fait ses premiers pas avec des caractéristiques communes avec la Terre. Ce sont sa proximité avec le Soleil et son histoire qui ont fait d'elle la proie d'un réchauffement climatique incontrôlé. Les scientifiques ont beaucoup apprendre, tandis qu'un nouveau passager les a rejoints, suscitant la méfiance du reste de l'équipage.
Qui est-il vraiment et que veut-il ?

SYSTÈME SOLAIRE

Toutes ces questions et bien d'autres encore trouvent leurs réponses à travers un fabuleux voyage, là où l'être humain n'a jamais posé le pied. Dans le vaisseau de Clarke, prétexte à toutes les explorations, une équipe de scientifiques venus du monde entier découvre tour à tour Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, Vénus, Mercure et le Soleil, et en révèlent au mépris du danger et des pièges les plus inattendus, des secrets qui émerveillent. Derrière la fiction et le divertissement dans d'extraordinaires environnements, où chaque planète paraît à notre portée, la supervision précise et exigeante des astronomes à l'Observatoire de Paris permet de tout savoir sur le Système solaire.

ISBN 978-2-344-06059-9
9 782344 060599
CODE PRIX GL54 32.5980.8
www.glenat.com